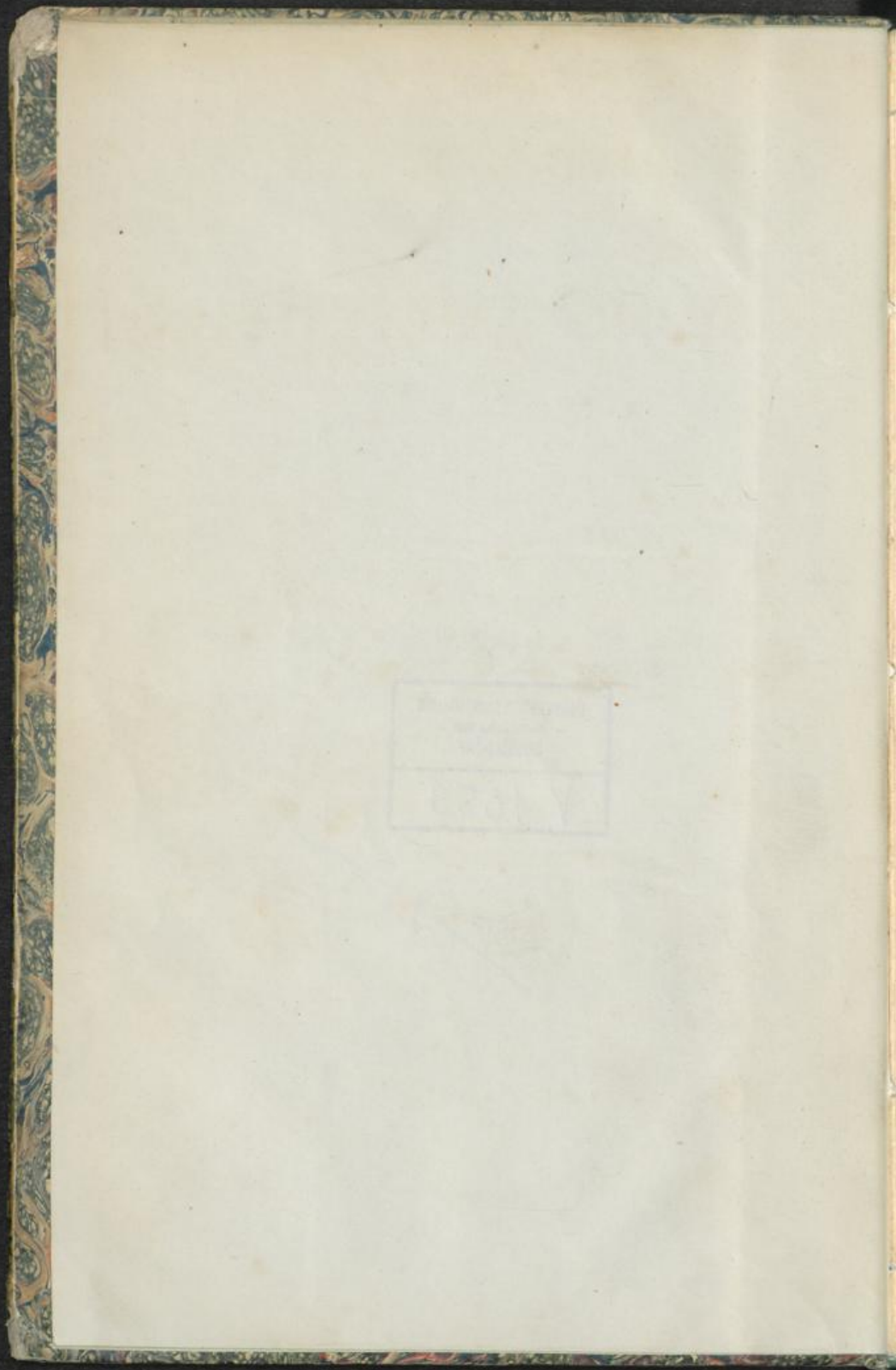


~~107.5887.11.~~

Dv 335/1

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
- Medizinische Abt. -
DUSSELDORF
V 1059

~~8615~~



HANDWÖRTERBUCH
DER
CHEMIE UND PHYSIK.

VON

E. F. AUGUST, F. W. BARENTIN, W. H. DOVE,
L. F. KAEMTZ, K. F. KLOEDEN, R. F. MARCHAND, F. MINDING,
F. W. G. RADICKE, J. A. W. ROEBER, L. F. W. A. SEEBECK.

ERSTER BAND.

A—E.

BERLIN.

VERLEGT VON M. SIMION.

1842.

HANDBUCH

CHEMIE UND PHYSIK

LEHRBÜCHER VON
J. W. LIEBIG, J. A. W. RONNEN, S. P. A. HENRIQUEZ,
L. E. HANSEN, K. T. KNOXEN, H. P. WAGNER, N. HENRIQUEZ,
S. P. A. HENRIQUEZ, W. H. DOVE

ERSTER BAND

A-E

BERLIN

1842

Vorwort.

Das Hand-Wörterbuch der Physik und Chemie, dessen erster Band jetzt veröffentlicht wird, soll nach der Absicht der Verfasser über jeden in diesen Wissenschaften behandelten Gegenstand eine gedrängte, dem gegenwärtigen Standpunkt der Naturlehre angemessene Auskunft geben. Die mathematische Begründung der wichtigsten Lehren durfte daher grösstentheils nur angedeutet werden; denn das Werk musste vorzugsweise Resultate hinstellen. Indessen ist doch, wenn es zum Verständniss des wissenschaftlichen Zusammenhanges nöthig schien, der höhere Calcul nicht ausgeschlossen geblieben. Auf diese Weise wird das Handbuch, zwischen zu grosser Ausführlichkeit und unbefriedigender Kürze eine geeignete Mitte haltend, dem Physiker und Chemiker wie dem Laien in diesen Wissenschaften gleich nützlich werden.

Die Theilnahme vieler an einer ausgedehnten Arbeit lässt eine gewisse Ungleichheit in der Behandlung der einzelnen Artikel voraussetzen. Diese möchte auch wohl in dem vorliegenden Werke hie und da bemerkt werden, und die Verfasser rechnen von Seiten derjenigen, die das Buch benutzen, auf die Berücksichtigung des Umstandes, dass ein zu bedeutendes Einschreiten eines Redacteurs die Arbeit der Theilnehmer gehemmt und das Erscheinen des Werkes in eine Zeit hinausgeschoben hätte, in der die darin behandelten Artikel, wegen der raschen Fortschritte der Physik, schon wieder der Erweiterung und Berichtigung bedurft hätten. Es wird aber gewiss aus dem von allen Theilnehmern jetzt gewonnenen Ueberblick des ersten Bandes eine Norm für die Fortsetzung ihrer Arbeit entnommen werden, die eine grössere Gleichmässigkeit, als bisher erreicht werden konnte, in dem Umfang der einzelnen Artikel hervorbringt.

Der Anblick der chemischen Artikel wird jeden Sachkundigen überzeugen, dass diese Wissenschaft hier ihre aus-

gedehnteste Berücksichtigung gefunden hat und nicht, wie in andern Wörterbüchern der Art, nur als Nebensache behandelt ist. Auch die Mineralogie ist, so weit sie mit der Chemie verbunden erscheint, vollständig berücksichtigt worden.

Astronomische und technische Artikel von allgemeinerem Interesse, welche auch in den Lehrbüchern der Physik und Chemie öfter erwähnt werden, durften eben deshalb auch in diesem Werke nicht fehlen; doch sind sie nur in gedrängtester Kürze abgehandelt.

Möge denn das von dem Herrn Verleger so gut ausgestattete und von den Herausgebern mit Liebe und Aufopferung unternommene Werk den Nutzen gewähren, den sich die Unternehmer davon versprechen und zur bessern Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse vielfach beitragen.

Jeder Artikel ist mit dem Namen seines Autors bezeichnet, wobei folgende Abkürzungen angewendet worden sind:

- A. — Dr. E. F. August, Professor und Director des Köln. Real-Gymnasii in Berlin.
- B. — Dr. F. W. Barentin, Oberlehrer am Köln. Real-Gymnasium in Berlin.
- D. — Dr. W. H. Dove, Professor an der Universität und Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin.
- K. — Dr. L. F. Kämtz, Professor an der Universität, früher in Halle, jetzt in Dorpat.
- Kl. — K. F. Klöden, Director der Gewerbeschule in Berlin.
- M. — Dr. R. F. Marchand, Privat-Docent an der Universität in Berlin.
- Mg. — Dr. F. Minding, Privat-Docent an der Universität in Berlin.
- R. — Dr. F. W. G. Radicke, Privat-Docent an der Universität in Bonn.
- Rr. — J. A. W. Roeber, Oberlehrer an der Gewerbeschule in Berlin.
- S. — Dr. L. F. W. A. Seebeck, Professor und Director der technischen Bildungs-Anstalt in Dresden.

Berlin, im August 1842.

E. F. A.

Aal (elektrischer) s. Zitteraal.

Abäthmen. Zur Ermittlung des Feingehalts von Gold und Silber (s. Kupellation) gebraucht man Kupellen, die aus angefeuchteter Holz- oder Beinasche geformt werden. Da sie aber beim Gebrauch, um ihr Zerreißen oder ein Umherspritzen des Blei's zu verhüten, keine Spur von Feuchtigkeit enthalten dürfen, so werden sie kurz vor ihrer Anwendung $\frac{1}{2}$ Stunde und länger geglüht, was man abäthmen nennt. B.

Abbrand. Die Oxydecke, welche sich beim Erhitzen eines Metalles oder einer Legirung an der Oberfläche desselben bildet, z. B. Kupfer, Bronze. B.

Abbrühen. Aufweichen vegetabilischer Stoffe durch siedendes Wasser.

Abdämpfen, Evaporiren, hat zum Zweck, eine Flüssigkeit, in welcher sich feste oder flüssige Körper aufgelöst befinden, durch Verdunstung ganz oder theilweise von diesen zu entfernen; Wasser z. B. wenn es Salz oder Schwefelsäure enthält. Beabsichtigt man keine vollständige Austreibung der auflösenden Flüssigkeit, so nennt man das Abd. auch Concentriren, Einengen, Eindampfen, z. B. bei der wasserhaltigen Schwefelsäure; wird die Solution dabei dickflüssig, wie abgedampfter Zuckersaft, Eindicken; dampft man so lange ab, dass nur noch ein fester Rückstand vorhanden ist, wie dies oft bei Analysen mit Salzen geschieht, Eintrocknen. Entwickelt sich dabei ein starker Rauch, wie dies bei Salzsäure, Schwefelsäure u. a. der Fall ist, so sagt man auch wohl Abbrauchen. Beabsichtigt man eine schnelle Krystallbildung in einer Salzauflösung, so dampft man so lange ein, bis sich auf der Oberfläche derselben ein Salz- oder Krystallhäutchen als Anfang der Ausscheidung zeigt, wobei man das Abd. unterbricht, weil die Auflösung nun concentrirt ist, und beim Erkalten das Salz in Krystallen grösstentheils sich abscheidet. Die rückständige Solution heisst Mutterlauge. Durch Eintrocknen derselben kann noch das darin befindliche Salz, jedoch nicht leicht in Krystallen, erhalten werden.

Alle Umstände, welche die Verdunstung beschleunigen, sind auch dem Abd. förderlich. Dahin gehören zunächst weite Oberflächen der abzudampfenden Flüssigkeit. Im Kleinen erreicht man diesen Zweck durch flache Schalen von Platin, Silber, Glas oder Porzellan. Platin eignet sich am besten hierzu, weil es nur von wenigen Flüssigkeiten,

nämlich von kaustischem Kali oder Natron, von Königswasser, und von solchen, aus denen sich Brom oder Chlor entwickelt, angegriffen wird. Nächst ihnen sind Porzellanschalen am geeignetsten; allein wegen ihrer weissen Farbe bleiben leicht Antheile von weissen, festen Rückständen, wie namentlich von Kieselsäure, wenn man sie nach dem Eintrocknen herausnimmt, ungesehen zurück, was bei analytischen Arbeiten zu Fehlern Anlass giebt. Schalen von reinem Silber sind für alkalische und namentlich kaustische Alkaliensauflösungen sehr passend, für saure aber unbrauchbar, weil diese das Metall angreifen. Gläserne sind wegen ihrer Zerbrechlichkeit, wegen des leichten Springens beim Erhitzen, und weil sie von Säuren und Alkalien angegriffen werden, am wenigsten zweckmässig. — Im Grossen benutzt man Pfannen von Blei, Kupfer, Eisen, Zinn, letzteres hauptsächlich nur zu pharmaceutischen Zwecken. Man lässt auch wohl, wenn die zu verdampfende Flüssigkeit zu viel Brennmaterial erfordern würde, in weiten flachen Gruben die Flüssigkeit während der guten Jahreszeit sich concentriren; so das Seewasser zur Gewinnung des Kochsalzes. Das Gradiren der Salzauflösung, Salzsoole, hat gleichfalls eine Oberflächenvergrösserung zum Zweck; indem die Soole über Dornenwände herabtrüfelt, zertheilt sich jeder Tropfen wiederholt, wodurch die der Verdunstung ausgesetzte Oberfläche ausserordentlich vergrössert wird. Man hat dies Princip auch beim Abd. der Zuckersolution angewendet (s. unten).

Das Verdunsten wird ferner befördert durch Wärme. Man wendet diese daher ganz gewöhnlich an, hat aber dabei einige Vorsichtsmassregeln zu nehmen. Wenn die Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt und in Folge des Abdampfens dickflüssig wird, so sammelt sich leicht Gasblasen an den heissesten Stellen, die plötzlich hervorbrechen und die Masse umherschleudern. Dasselbe findet statt, wenn beim Erhitzen sich in der Auflösung in Folge einer Zersetzung ein Niederschlag bildet, und die Auflösung breiartig wird. Man vermeidet die erwähnte Unannehmlichkeit, wenn man die Masse während des Abdampfens beständig umrührt. Liegt in einer abzudampfenden Flüssigkeit ein Pulver am Boden, durch welches sich die Wärme schwer fortpflanzt, so bilden sich in der am Boden liegenden, das Pulver durchziehenden Schicht der Flüssigkeit Dämpfe, während die oberen noch wenig erwärmt sind. In diesem Fall kann das durch die unter dem Pulver sich sammelnden Dämpfe veranlasste Aufstossen so bedeutend werden, dass nicht nur ein Theil der Auflösung umhergeworfen, sondern selbst das Gefäss zerbrochen wird, wenn es nicht von Metall ist. Man verhütet dies, wenn man nach Berzelius Vorschlag das Abd. in einem schräg gestellten Platintiegel vornimmt, und die Flamme darunter so stellt, dass sie oberhalb des Niederschlags den Tiegel erwärmt. Wenn der Rand der sich senkenden Flüssigkeit diese Stelle trifft, so rückt man die Flamme entweder darunter oder darüber. Im Grossen, wo man über freiem Feuer abdampft, leitet man in solchem Falle die Feuerung um den Kessel, den man immer voll zu erhalten sucht. Werden die in der Auflösung befindlichen Substanzen in höherer Temperatur zersetzt, so bewerkstelligt man das Abd. bei niedrigen Temperaturen entweder dadurch, dass man die Auflösung in heissen Flüssigkeiten z. B. Wasser, Thran, Oel, Salzaufösungen u. s. w.,

die eine gewisse Temperatur nicht überschreiten können, hineinbringt, oder durch hygroskopische Substanzen, oder unter der Luftpumpe. Ein nicht selten im Grossen angewendetes Verfahren besteht darin, dass man den Abdampfgefässen einen doppelten Boden giebt, und in den Zwischenraum Wasserdämpfe leitet. Man hat diese Einrichtung beim Abd. der Zuckersolution in den Raffinerien eingeführt, wodurch ein Aubrennen (Zersetzung) des Syrups unmöglich gemacht wird.

Wendet man hygroskopische Substanzen an, wozu meist eine Schaaale mit concentrirter Schwefelsäure, aber auch geschmolzenes Chlorecalcium oder pulverförmiges kohlenaures Kali dienen; so bringt man dieselben mit der abzdampfenden Lösung auf eine ebene Platte von polirtem Holz, Porzellan, Glas oder Metall und stellt eine Glasglocke darüber, die man am Rande unten mit Talg bestreicht, damit sie dicht anschliesse. Man nennt eine solche Vorrichtung *Exsiccator*. Da der Siedepunkt einer Flüssigkeit mit Abnahme des Luftdrucks sinkt, sie also im luftverdünnten Raume schon bei niedrigen Temperaturen lebhaft verdampft, so bewirkt man das Abd. auch unter der Glocke der Luftpumpe, setzt eine austrocknende Substanz neben die Auflösung, und pumpt die Luft allmählig aus, weil bei zu schneller Entfernung derselben die in der Auflösung enthaltene Luft sonst plötzlich ein Aufwallen hervorbringt, wodurch leicht ein Umherspritzen veranlasst wird. Diese Methode rührt von Leslie her. Das Abd. im luftverdünnten Raum ist auch von Howard im Grossen beim Abd. des Zuckersyrups angewendet worden. Das Verfahren beruht in Folgendem: ein flacher Abdampfkessel, der durch Dampf erhitzt wird, steht mit einem Condensator luftdicht in Verbindung, durch eine Luftpumpe wird die Luft verdünnt, und die erzeugten Dämpfe werden in dem Condensator durch kaltes Wasser niedergeschlagen. Bei diesem Apparat findet das Abd. schon von 46° C. an statt.

Endlich ist zur Beschleunigung des Abd. das Zuströmen trockener Luft ein wesentliches Erforderniss. Abdampfschaalen setzt man daher unter einen Rauchfang und bedeckt sie mit Papier, um das Hineinfallen von Staub und Russ zu verhüten. Zur Erreichung dieses Zwecks im Grossen sind verschiedene Vorrichtungen ausgedacht worden. Montgolfier schlug vor, den Traubensaft durch ein über der Oberfläche desselben rotirendes Flügelrad, welches einen steten Luftwechsel verursacht, zu concentriren. Kneller wendete zum Abd. der Zuckerauflösung unter gleichzeitigem Erhitzen von Aussen ein auf dem Boden der Pfanne liegendes System von Röhren an, von denen wieder viele kleine nach unten mündende Röhren ausgehen, aus welchen kalte oder warme Luft, die dem Apparat durch ein Gebläse zugeführt wird, ausströmt. Crosley brachte zu demselben Zweck ein horizontales, um eine hohle Axe drehbares Rad an, dessen untere Fläche viele Oeffnungen hat, aus denen ebenfalls Luft in die Zuckerauflösung strömt und die Wasserdämpfe wegführt. Cleland's Evaporator ist eine Vereinigung dieser Methode mit der des Gradirens. Es besteht derselbe aus einem hölzernen Kasten, in welchem viele dünne horizontale Kupferröhren so angebracht sind, dass jede in dem Zwischenraum der beiden darüber befindlichen liegt. Die Röhren sind mit Wasserdampf erfüllt, und stehen über der erhitzten Pfanne, aus welcher der Syrup in einen auf dem Kasten befindlichen kupfernen

Behälter gepumpt wird. Dieser hat im Boden viele Löcher, aus welchen der Syrup über die Dampföhren, und von diesen wieder zurück in die Pfanne tröpfelt. Unten wird in den Kasten kalte oder warme Luft eingelassen, welche die Wasserdämpfe aus dem Syrup aufnimmt und oben auf der andern Seite mit denselben heraustritt. Dieser Apparat empfiehlt sich sehr sowohl wegen der Schnelligkeit des Abd., wie auch durch Ersparniss an Brennmaterial. B.

Abendpunkt (Westpunkt) ist diejenige Stelle des Horizonts, wo die Sonne zur Zeit der Nachtgleichen untergeht. — Einer der beiden Durchschnittspunkte des Horizonts mit dem Aequator. A.

Abendröthe. Die Erscheinung der Abendröthe hat ihren Grund in dem Verhalten der Atmosphäre gegen das Sonnenlicht. Es reflektiren nämlich niedergeschlagene Wasserdämpfe ziemlich gleichmässig alle Farbengattungen des Lichts, woher bei Tage die weisse Farbe der von der Sonne direkt beschienenen Wolkentheile. Die von Dampfbläschen freie Luft reflektirt dagegen vorzugsweise nur blaues Licht, und lässt in überwiegender Menge nur die am wenigsten brechbaren Strahlen durch sich hindurch; daher erscheint bei Tage der wolkenfreie Himmel blau, am Morgen und Abend dagegen an denjenigen Stellen gelblich oder röthlich, zu welchen das Sonnenlicht erst gelangt, nachdem es durch weite Luftstrecken weniger oder mehr blaues Licht verloren hat. Dies Gelb und Roth muss am stärksten hervortreten, wenn an solchen Stellen Wölkchen oder auch nur weitläufig zerstreute Dunstbläschen (welche das Blau bei Tage ins Weissliche abdämpfen) sich befinden, die das auffallende gelbliche und röthliche Licht stärker und gleichmässiger reflektiren als die Luft. Es erklärt sich somit die röthliche Färbung leichter Wolken am Morgenhimmel bei untergehender Sonne, und am Abendhimmel nach Untergang der Sonne; ferner der düstre Purpur dichter Wolken, veranlasst durch die Schattenparthien der letzteren; die Goldränder der Wolken in der Nähe der untergehenden Sonne; der leichte Purpur-Ueberzug des ganzen Himmels nach Sonnenuntergang, wenn bei Tage derselbe durch leicht zerstreute Dünste weisslich gewesen war. Das Grün, welches das Gelb des Abendhimmels zuweilen vom Blau des übrigen Himmels trennt, erklärt man zum Theil aus der Mischung dieses Gelb und Blau, zum Theil aus dem Contrast mit den gerötheten Abendwolken. R.

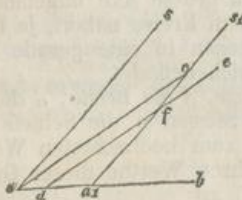
Abendweite (nördliche oder südliche) ist der Abstand des Punktes, wo ein Gestirn untergeht, vom Abendpunkte. Man findet den Sinus der Abendweite, wenn man den Sinus der Declination des Gestirns durch den Cosinus der Polhöhe des Beobachtungsortes dividirt. A.

Abendstern wird der Planet Venus genannt zu der Zeit, wo er später untergeht als die Sonne. A.

Aberration des Lichts. Es erscheint uns ein leuchtender oder beleuchteter Punkt in der Mitte des Gesichtsfeldes eines Fernrohrs,

sobald einer der von demselben ausgesendeten Strahlen sich längs der Axe des letzteren bewegt. Da nun das Licht eine angebbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit hat, so ist die Zeit t_1 des Eintritts eines Strahls in das Fernrohr, verschieden von der Zeit t_2 seines Eintritts ins Auge, und wenn das Fernrohr sich bewegt, während der betrachtete Punkt seinen Ort behält, so wird im Allgemeinen der Strahl, welcher zur Zeit t_1 mit der Fernrohraxe zusammenfiel, nicht mehr zur Zeit t_2 in derselben sein. Dieser Fall tritt ein, wenn man durch ein feststehendes Fernrohr einen Stern beobachtet, indem letzteres die Bewegung der Erde theilt.

Ist z. B. ab (in der nebenstehenden Figur) die Richtung der Erdbewegung, a der Ort der Ocularmitte zur Zeit t_1 , a_1 derselbe zur Zeit t_2 , sind ferner die Parallelen as und a_1s_1 die Richtung der vom Stern ausgehenden Strahlen, also a_1s_1 derjenige Strahl, welcher dem in a_1 befindlichen Auge den Stern sichtbar macht, so muss zur Zeit t_1 die Mitte des Objectes in a_1s_1 z. B. in c sich befinden haben, wenn der Strahl, welcher zur Zeit t_2 in der Fernrohraxe



ist, es auch schon zur Zeit t_1 gewesen sein soll. Zur Zeit t_1 muss demnach die genannte Axe die Lage ac gehabt haben. Da in derselben Zeit $t_2 - t_1$ die Erde von a nach a_1 , der Strahl s_1a_1 von c nach a_1 sich bewegt, so verhält sich aa_1 zu a_1c wie die Geschwindigkeit des Lichtes V zur Geschwindigkeit der Erde v .

Lässt man dem Fernrohr seine (sich auf die Stellung der Erde beziehende) Lage während der ganzen Zeit $t_2 - t_1$, so dass etwa zur Zeit t_2 die Axe die mit ac parallele Lage de hat, so ist wegen $cf : ad = V : v$ der Strahl s_1a_1 zu dieser Zeit t_2 in f , mithin bleibt er während der Zeit $t_2 - t_1$ in der Axe. Soll daher der Stern in der Mitte des Fernrohrs gesehen werden, d. h. soll uns der Stern in der Richtung seiner Axe zu liegen scheinen, so muss letztere parallel ac sein, also um den Winkel aca_1 gegen a_1c geneigt sein. Diesen Winkel, den die Richtung, in welcher der Stern zu liegen scheint, mit der Richtung bildet, in welcher er sich wirklich befindet, nennt man den Abirrungs- oder Aberrations-Winkel, die Erscheinung selbst die Abirring.

Vermöge dieser Abirring erscheint uns ein Stern nur dann an seinem wahren Orte, wenn $as = ab$ ist, d. h. wenn er in der Richtung der Erdbewegung liegt. In jedem andern Fall sehen wir ihn an einem Orte, welcher mit seinem wahren Orte und der Richtung der Erdbewegung in derselben Ebene sich befindet, und zwar so, dass die Gesichtslinie mit der zuletzt genannten Richtung einen um den Aberrationswinkel kleineren Winkel bildet, als die Linie zwischen dem Auge und seinem wahren Orte.

Bezeichnet man den Aberrationswinkel durch x , und den Winkel s_1a_1b durch h , so hat man

$$\sin cab : \sin x = ca_1 : aa_1 = V : v,$$

und, da man wegen der Kleinheit des x , $\sin x = x$ und $cab = h$ nehmen kann,

$$x = \frac{v}{V} \cdot h.$$

Die Aberration ist demnach am grössten und gleich $\frac{v}{V} = 20,25$ Sec., wenn $h = 90^\circ$ ist, d. h. wenn der Stern sich im Pol der Ekliptik befindet.

Da die Richtung der Erdbewegung sich aber stets ändert, so ändert sich auch der Aberrationswinkel sowohl, als die Ebene, in welcher die Abirrung statt findet, so dass während eines Umlaufs der Erde um die Sonne der scheinbare Ort eines Sterns um seinen wahren Ort eine Ellipse beschreibt, deren grosse Axe ungefähr $40''$ beträgt, und welche sich um so mehr einem Kreise nähert, je näher der Stern dem Pol der Ekliptik ist, dagegen in eine gerade Linie übergeht, wenn derselbe in der Ekliptik sich befindet.

Ist L die Länge der Sonne, λ die Länge, β die Breite, α die gerade Aufsteigung, δ die Deklination eines Sterns, e die Schiefe der Ekliptik, so ist der Werth, welchen man zum beobachteten Werthe von λ , β , α , δ addiren muss, um die wahren Werthe dieser Grösse

zu erhalten, respective $-\frac{v [\cos (L - \lambda)]}{V \cos \beta}$,

$$-\frac{v}{V} \sin \beta \sin (L - \lambda),$$

$$-\frac{v}{V} \sec \delta (\cos e \cos \alpha \cos L + \sin \alpha \sin L),$$

$$-\frac{v}{V} [\sin e \cos \delta \cos L + \sin \delta (\cos \alpha \sin L - \cos e \sin \alpha \cos L)].$$

Ist der Stern ein Planet oder Komet, also ein mit eigener Bewegung behafteter Körper, und braucht das Licht t Secunden, um von demselben zur Erde zu gelangen, so gehört der so gefundene Werth von λ , β , α , δ demjenigen Ort an, an welchem der Stern sich zur Zeit $t_2 - t$ befand. Die Rotationsbewegung der Erde ist wegen ihrer Langsamkeit ohne bemerkbaren Einfluss hinsichtlich der Aberration.

Die erste Bemerkung der Ungenauigkeit, welche die beobachteten Werthe der oben erwähnten ortbestimmenden Grössen in sich schliessen, geschah zuerst durch Bradley am 17. Dec. 1725, und 1728 entdeckte derselbe die wahre Ursache der Erscheinung.

Tafeln, welche die Berechnung der beregten Correction für jeden einzelnen Fall ersparen, finden sich unter andern in:

Bessel: Fundamenta astronomiae.

De Zach: Tabulae speciales aberrationis et nutationis etc. Gothae. 1806.

De Zach: Correspondance astronomique. Vol. IV. p. 158. R.

Abgiessen, Decantiren, heisst von einem Bodensatz die darüber stehende klare Flüssigkeit abgiessen. Da bei analytischen Untersuchungen nichts von derselben verloren gehen darf, so bestreicht man den Rand des Glases an der Ausgussstelle mit Talg, wodurch ver-

hütet wird, dass die Flüssigkeit an dem Glase adhärirt, und aussen herunterläuft. Nur bei heissen Flüssigkeiten und solchen, die kautistisches Kali oder Natron enthalten, darf man nicht Talg anwenden, weil es im ersten Fall schmilzt, im letzten aufgelöst, verseift wird. Um das Verspritzen zu vermeiden, wenn man die Flüssigkeit in einem Strahl in ein anderes Gefäss giesst, lässt man sie an einem benässten Glasstab entlang gegen die Wandung oder den Boden des anderen Gefässes fliessen. Uebrigens ist die Form der Gläser nicht gleichgültig; eine gewisse Biegung des Randes nach Aussen erleichtert das Abg., ohne etwas zu verlieren, sehr. Im Grossen, z. B. bei der Stärkefabrikation, wo das Dekantiren aus Fässern statt findet, sind an diesen in der erforderlichen Höhe Oeffnungen, aus denen man die Flüssigkeit ablassen kann. B.

Abietin wurde von Caillot das Gamma-Harz des Strassburger Terpenthins genannt. s. Terpenthin. M.

Abirring (des Lichts) s. Aberration und Abweichung.

Abklären (Abläutern) ist die von selbst erfolgende Ausscheidung heterogener Stoffe aus einer Flüssigkeit mittelst des spezifischen Gewichts. Gewöhnlich ist der in einer abzuklärenden Flüssigkeit niederfallende Körper ein fester. s. Niederschlag. A.

Abklingen (der Farben) ist die Nachempfindung des Sonnenlichts im Auge, die anfänglich einen weissen, dann einen purpurfarbenen, dann einen blauen und zuletzt einen unfarbigen runden Fleck zeigt. (Göthe Farbenlehre I. §. 40.) Diese Erscheinung ist eine Folge der durch Plateau (Pogg. Ann. XX. S. 328.) genauer untersuchten Verschiedenheit in der Lebhaftigkeit und Dauer des Farbeneindrucks. Die lebhaftere Empfindung des Blau dauert länger im Sehnerven als die des Roth. Das weisse Bild, welches alle Farben enthält, löst sich in der Nachwirkung gewissermassen in seine einzelnen Farbbilder auf, und diese dauern ein jedes der ihm angemessenen Einwirkung gemäss. Daher das blaue länger als das rothe. A.

Abknistern (Verknistern, Decrepitiren) ist die Entfernung des den krystallinischen Substanzen inhärenden Wassers durch Erhitzung. s. Decrepitiren. A.

Abkühlung (refrigeratio) ist die Verminderung der Wärme eines Körpers. Eine solche tritt ein, wenn der Körper mehr Wärmestrahlen aussendet, als ihm zugeführt werden. Ein Körper kann im leeren Raume abkühlen durch Wärmeausstrahlung. In den meisten Fällen erfolgt jedoch diese Abkühlung durch Berührung mit einem flüssigen Medium von geringerer Temperatur. Den einfachsten Fall bieten die Kühlfässer in den Destillationsanstalten dar, in denen kaltes Wasser die schlangenförmig gebogenen Röhren umgiebt, in denen die heissen Alkoholämpfe niederschlagen. Auch der Condensator einer Dampfmaschine wirkt auf diese Weise abkühlend auf die Wasserdämpfe. Für die Theorie der Wärme ist es von Wichtigkeit, die im folgenden Artikel erwähnten Gesetze genauer zu erörtern.

Abkühlungsgesetze sind Ausdrücke der Abhängigkeit der Temperatur eines im Abkühlen begriffenen Körpers von der Zeit der Abkühlung. Newton nahm an, dass die Wärmeabnahme in gleichen Zeiten dem Gesetze einer geometrischen Reihe unterworfen sei und gründete auf diese Annahme ein eigenthümliches Verfahren, höhere Hitzgrade zu bestimmen (s. pyrometrisches Verfahren Newtons.) Seine Schlüsse waren in Kurzem folgende: Die überschüssige Wärme eines Körpers über den Gleichgewichtszustand mit der Umgebung sei am Anfange der Beobachtung α ; dieser Ueberschuss werde in der ersten Secunde um δ vermindert; so ist nach Beendigung dieses Zeitintervalls der Ueberschuss durch $\alpha \frac{\alpha - \delta}{\alpha}$ darzustellen. Ist nun die Wirkung in der zweiten Secunde der Wirkung in der ersten proportional; so wird $\alpha \cdot \frac{\alpha - \delta}{\alpha} \cdot \frac{\alpha - \delta}{\alpha}$ der Wärmeüberschuss nach der zweiten Secunde sein. Nach x Secunden ist er dann $\alpha \left(\frac{\alpha - \delta}{\alpha}\right)^x$. Der Bruch $\frac{\alpha - \delta}{\alpha}$ richtet sich nach der Beschaffenheit der Umgebung. Er kann durch $\frac{1}{m}$ bezeichnet werden. Nennt man dann t die überschüssige Temperatur nach x Secunden; so ist $t = \left(\frac{1}{m}\right)^x \alpha$ ein Ausdruck für diese Grösse.

Genauere Versuche, welche Dulong und Petit anstellten, ergaben aber, dass dieser Ausdruck dem Hergange nicht entspreche und nur dann einige Annäherung gebe, wenn α nicht über 30° hinausgeht.

Sie fanden, dass die Abweichungen der Versuche von der mathematischen Darstellung wegfielen, wenn die Form $t = \alpha \left(\frac{1}{m}\right)^{\alpha x + \beta x^2}$ zu Grunde gelegt wurde.

Drei genaue Versuche reichten hin um α , β , m zu ermitteln und es konnte dann für jeden Werth von x das entsprechende t nach dieser Formel berechnet werden. Der Differenzialquotient dieser Form $\frac{dt}{dx}$ giebt die Geschwindigkeit der Abkühlung an, bezeichnet man ihn mit v , so ist $v = -(\alpha + 2\beta x) \text{Log. } m$. Diese Grösse drückt mit veränderten Vorzeichen in Graden die Wärmemenge aus, die der Körper, der den Wärmeüberschuss von t° über das umgebende Mittel hat, in einer Secunde verlieren würde, wenn die Ausströmung constant bliebe. Man denke sich nun verschiedene Körper in Abkühlung begriffen und diese Geschwindigkeit v bei jedem für ein gleiches t , t' , t'' , t''' etc. berechnet, wobei $t - t' = t' - t'' = t'' - t'''$ etc.; so erhält man für einen Körper etwa die Werthe v , v' , v'' , v''' etc. für einen andern die Werthe V , V' , V'' , V''' etc. Ist dann $\frac{v}{V} = \frac{v'}{V'} = \frac{v''}{V''}$ etc., so hat die Verschiedenheit der Körper auf das Gesetz der Abkühlungsgeschwindigkeitsabnahme keinen Einfluss. Durch Versuche überzeugten sich die genannten Physiker, dass weder die materielle Beschaffenheit des abkühlenden Körpers, noch seine Gestalt und Grösse, wohl aber die

Beschaffenheit der Oberfläche desselben eine Veränderung des Quotienten $\frac{v}{V}$, $\frac{v'}{V'}$, $\frac{v''}{V''}$ u. s. w. hervorbrachte.

Die Versuche selbst wurden zunächst mit Quecksilberthermometern von verschiedener Grösse angestellt, deren Kugeln im Mittelpunkt einer aus zwei kupfernen Halbkugeln zusammengepassten, inwendig mit Russ geschwärtzten Hohlkugel angebracht waren, so dass die Scale hervorragte. Die umschliessende Hohlkugel konnte mittelst geeigneter Vorrichtungen hermetisch verschlossen und mit einer Luftpumpe in Verbindung gebracht werden. Für das Gleichbleiben der äusseren Temperatur dieser Hohlkugel wurde dadurch gesorgt, dass sie in ein grösseres Gefäss mit Wasser gestellt wurde, in welchem eine gleichmässige Wärme erhalten werden konnte.

Verschiedene Versuchsreihen mit demselben Thermometer, das heiss in die Hohlkugel eingebracht wurde, und dessen Abkühlung man nach rasch bewirkter Evacuation beobachtete, während die Temperatur des Wassers in dem Kühlgefäss, entweder 0° oder 20° C. oder 40° C. oder 60° C. oder 80° C. hatte, zeigten eine grosse Verschiedenheit der Geschwindigkeit v bei gleichem Temperaturunterschiede des Thermometers und der Kupferkugel; je nachdem die Temperatur der letzteren verschieden war. Doch ergab sich bald, dass diese Verschiedenheit der Ausstrahlungsgeschwindigkeit unter ein bestimmtes Gesetz zu bringen war. Bezeichnet nämlich V^t diese Geschwindigkeit, wenn t die Temperatur der Thermometerkugel und t' die des umgebenden Mittels ist, so dass $t - t'$ in allen Versuchen, die zu derselben Reihe gehörten, sich gleich blieb; so ergab sich für das gebrauchte Thermometer: $V^t = 1,165 V^{t' - 20}$

Hieraus ergibt sich das Gesetz: Bei gleichbleibendem Temperaturüberschusse nimmt die Ausstrahlungsgeschwindigkeit in geometrischer Proportion ab, wenn die Temperatur der Umgebung in arithmetischer abnimmt.

Die aus diesem Gesetz abgeleitete Formel für die Ausstrahlungsgeschwindigkeit ist

$$v = ma^{t'}(a^{t-t'} - 1)$$

Für die Glasoberfläche des Thermometers war:

$$a = \sqrt[20]{1,165} = 1,0077 \quad m = 2,037.$$

Für eine der Thermometerkugel gegebene Umhüllung von Silberblech war

$$a = 1,0077 \quad m = 0,357$$

Hieraus geht hervor, dass a in dem obigen Ausdruck eine unveränderliche Grösse, m aber von der Beschaffenheit der Oberfläche abhängig ist.

Nimmt man $t' = -\infty$ an, d. h. denkt man sich die Abkühlung in einem leeren und zugleich wärmelosen Raume, so ist

$$v = ma^t.$$

Demnach ändert sich im absoluten Vacuum, wenn keine Gegenstrahlung stattfindet, die Ausstrahlungsgeschwindigkeit nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe, wenn die Temperatur des Körpers das einer arithmetischen befolgt.

Wenn der innere Raum der das Thermometer umgebenden Hohlkugel mit einer Gasart gefüllt wird, deren Druck und Temperatur genau beobachtet werden kann; so ergiebt sich der Einfluss dieser Gasart auf die Abkühlung des in ihr befindlichen Körpers. Man hat diesen Einfluss mit dem Namen Abkühlungsvermögen der Gasarten bezeichnet.

Die Versuche der obengenannten Physiker (Ann. d. Chim. VII.) dienen zur Beobachtung des Unterschiedes der Ausstrahlungsgeschwindigkeit v , die man beobachtete, wenn die Thermometerkugel mit einer Gasart umgeben war, von der, welche sich im absoluten wärmeleeren Leeren gezeigt haben würde. Sie fanden

1) dass unter sonst gleichen Umständen der durch die Luftberührung hervorgebrachte Wärmeverlust unabhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche des abkühlenden Körpers ist.

2) dass die Geschwindigkeit, mit welcher eine Gasart einen Körper durch Berührung abkühlt, bei gleichem Temperaturunterschiede von dem Drucke der Gasart abhängig ist.

3) dass die zu gleichen Temperaturunterschieden des Körpers und der Gasart gehörigen Geschwindigkeiten bei zwei verschiedenen Gasarten ein constantes Verhältniss beobachten.

4) dass bei jedem Gase die Abkühlungsgeschwindigkeit einer Potenz des Temperaturüberschusses proportional ist, deren Exponent die constante Zahl 1,233 ist.

Die hier aufgeführten vier Abkühlungsgesetze, die sich blos auf den Einfluss der Gasarten beziehen, lassen sich in der einen Formel darstellen

$$v = nb^c(t - t')^{1,233}$$

n ist abhängig von der Beschaffenheit des Gases und der Grösse der Oberfläche des abgekühlten Körpers, b ist der Barometerdruck in Atmosphären ausgedrückt, der an dem zur Abkühlung dienenden Gase beobachtet wird. (Für atmosphärische Luft ist $c = 0,45$, für Kohlensäure $c = 0,517$, für Hydrogen $c = 0,38$, für ölbildendes Gas $c = 0,501$), c ein für jedes Gas besonders zu ermittelnder Coëfficient, t die Temperatur des wärmeren Körpers, t' die des umgebenden Gases. Als Einheit für den Werth V ist diejenige Abkühlungsgeschwindigkeit zu betrachten, die sich bei dem mittleren Atmosphärendrucke $\beta = 0,76$ Met. zeigt, wenn $t = 1^\circ$ C. und $t' = 0^\circ$ ist.

Die Gesamtwirkung der durch Ausstrahlung und Berührung mit einer Gasart an einem Körper hervorgebrachten Abkühlung wird durch die Geschwindigkeit des Wärmeverlustes in folgender allgemeinen Formel dargestellt:

$$U = ma^t(a^{t-t'} - 1) + nb^c(t - t')^{1,233}$$

Die Richtigkeit derselben hat sich den genannten Physikern in allen zwischen 0° und 300° C. vorgenommenen Prüfungen bestätigt.

Das Abkühlungsvermögen der tropfbaren Flüssigkeiten ist grösser als das der Gase und hängt von der Leitungsfähigkeit, wie von der specifischen Wärme der Flüssigkeiten ab. Die Gesetze dieser Abhängigkeit sind noch nicht so vollständig ermittelt wie bei den Gasen.

Zur weitem Belehrung ist Poisson's *Théorie mathem. de la chaleur* p. 24 etc. zu empfehlen. A.

Abkühlungsmethode (*methode du refroidissement*) ist ein eigenthümliches Verfahren, die specifische Wärme der Körper zu ermitteln, durch Vergleichung der Zeit mit der Temperaturverminderung die der untersuchte Körper erleidet, wenn er, in eine Hülle von Silberblech eingeschlossen, im Vacuum bei einer umgebenden Temperatur von 0° C. Wärme ausstrahlt. (Vgl. Wärme, specifische.) A.

Abläutern s. Abklären.

Ablenkung der Magnetnadel nennt man den Winkel, um welchen hinzutretende magnetische Kräfte eine Magnetnadel aus ihrer ursprünglichen Gleichgewichtslage lenken, sei es, dass letztere vom Erdmagnetismus, oder, falls die Nadel astatisch ist, durch die Torsion eines sie tragenden Fadens bedingt wird. Hier mag indess nur die Ablenkung einer Deklinationsnadel durch Magnetstäbe und weiches Eisen näher erörtert werden.

1) Die gründlichsten Untersuchungen über die Ablenkung einer Horizontalnadel durch Magnetstäbe sind von Gauss (*Intensitas vis magneticae terrestri* etc. 1833) angestellt und haben vornehmlich zu folgenden Resultaten geführt:

Ist die Nadel an einem Faden aufgehängt, befindet sich der ablenkende Stab mit derselben in einer Horizontalebene, und ist die Lage des letzteren bestimmt durch die Entfernung r seiner Mitte von der Mitte der Nadel, durch den Winkel ψ zwischen r und dem magnetischen Meridian, und durch den Winkel U zwischen der magnetischen Axe des Stabes und diesem Meridian: so ist, wenn δ_0 die Ablenkung in Folge der Torsion des Aufhängefadens, δ die Ablenkung in Folge der vereinten Wirkung der Torsion und des Stabes bedeutet,

$$(1) \quad \operatorname{tg}(\delta - \delta_0) = Ar^{-3} + A_1 r^{-5} + A_2 r^{-7} + \text{etc. etc.}$$

in welchem Ausdruck der Coefficient des ersten Gliedes, der in der Anwendung bei den bedeutenden Werthen, welche man dem r giebt, vorzugsweise gebraucht wird, folgenden Werth hat:

$$\frac{hh_1}{\varphi h + \delta} [2 \cos(\psi - U) \sin(\psi - \delta_0) + \sin(\psi - U) \cos(\psi - \delta_0)]$$

Hierin ist φ der horizontale Theil der Intensität des Erdmagnetismus, h die Summe der magnetischen Momente der Nadel, (so nennt man das Produkt aus der magnetischen Kraft der einzelnen Magnettheilchen in die auf die magnetische Axe projectirte Entfernung dieser Theilchen von einem bestimmten aber beliebigen Punkt. Die Lage dieses Punktes hat auf die Momentensumme keinen Einfluss,

sobald, wie wir anzunehmen berechtigt sind, in jedem Stabe beide Arten des Magnetismus (der nördliche und südliche) in gleicher Menge vorhanden sind), h , die Summe der magnetischen Momente des Stabes, und \mathfrak{s} die Torsionskraft, d. h. die Kraft, mit welcher der um die Bogeneinheit gedrehte Faden die Nadel zurückzulenken strebt, und über deren Bestimmung der Artikel Intensität nachzulesen ist.

Wenn daher die Momentensummen h und h_1 , so wie φ und \mathfrak{s} bekannt sind, so lehrt die Gleichung (1) die Ablenkung für jede Lage des Stabes finden.

Dieselbe Gleichung lässt sich zur Bestimmung des Verhältnisses $h_1 : \varphi$ benutzen, wenn man δ und δ_1 durch Beobachtung bestimmt. Um hiebei die bei der Messung von ψ und U unvermeidlichen Fehler von geringerem Einfluss zu machen, wählte Gauss für diesen Winkel diejenigen Werthe, welche A zu einem Maximum oder Minimum machen. Es wird aber A zu einem Minimum, wenn der Stab im magnetischen Nord oder Süd der Nadel senkrecht gegen den magnetischen Meridian liegt (also für $\psi = 0$ oder $= 180^\circ$, und für $U = 90^\circ$ oder 270°); ein Maximum dagegen, wenn derselbe im magnetischen Ost oder West und gleichfalls senkrecht gegen den Meridian liegt, (d. h. für $\psi = 90^\circ$ oder 270° und $U = 90^\circ$ oder 270°).

Ist bei einer Lage im magnetischen Nord die Ablenkung δ , und wird dieselbe $= \delta_1$, wenn man den Stab so umkehrt, dass sein Nordende da zu liegen kommt, wo vorher sein Südende lag, und sein Südende, wo vorher sein Nordende lag; bringt man ferner den Stab darauf in das magnetische Süd in dieselbe Entfernung von der Nadel und findet bei Anwendung einer gleichen Umkehrung die Ablenkungen δ_2 und δ_3 : so ist (wenn man nur ein Glied der Entwickelung beibehält),

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\delta - \delta_1 + \delta_2 - \delta_3) = \frac{hh_1}{\varphi h + \mathfrak{s}} \cdot \frac{1}{r^3}.$$

Geschieht dasselbe für die Lage im magnetischen Ost und West, so wird

$$\operatorname{tg} \frac{1}{4} (\delta - \delta_1 + \delta_2 - \delta_3) = \frac{2hh_1}{\varphi h + \mathfrak{s}} \cdot \frac{1}{r^3}.$$

Aus den Beobachtungen, welche Gauss hierüber anstellte, ging hervor, dass das erste Glied hinreichte, wenn nur r nicht kleiner als die 6fache Stablänge ist, und dass man nur noch das zweite mit (r^{-5} multiplicirte) Glied hinzuzufügen nöthig habe, wenn r zwischen dem drei- und sechsfachen der Stablänge enthalten ist. Für Entfernungen, die grösser als das Sechsfache sind, folgt also aus den obigen Ausdrücken, da $\frac{1}{4} (\delta - \delta_1 + \delta_2 - \delta_3)$ das mathematische Mittel der vier Ablenkungen ist, dass bei einerlei Entfernung und für kleine δ die grösste Ablenkung doppelt so gross ist als die kleinste.

2) Die Ablenkung der Declinationsnadel durch weiches Eisen fing an, genauer untersucht zu werden, seitdem Downie (1794) die schon von Wales auf Cook's zweiter Reise bemerkten Störungen des Schiffcompasses richtig aus der Einwirkung des Schiffeisens herleitete. Unter andern suchten Flinders, Scoresby und neuerdings Ross und Sabine durch Beobachtungen die Gesetze dieser Einwir-

kung zu erforschen. Da jenes Eisen nur insofern wirkt, als es in Folge des Erdmagnetismus durch Vertheilung magnetisch wird (auf der nördlichen Hemisphäre also z. B. auf der Unterseite nordpolarisch, auf der Oberseite süd-polarisch), so geht der grösste Theil der Wirkung von der Spindel der Ankerwinde aus, indem dieselbe nicht sowohl wegen ihrer Grösse und ihrer dem Compass nahen Stellung, als wegen ihrer senkrechten Lage überwiegend stark wirkt, wozu noch kommt, dass dieselbe aus Schmiedeeisen besteht, also eine sehr geringe Coërcitivkraft besitzt und mithin eines sehr starken Vertheilungsmagnetismus fähig ist. Man kann daher die Richtung und Intensität der störenden Wirkung als constant und die erste als durch die Mitte jener Winde gehend ansehen, und hieraus erklärt sich die Wirksamkeit des Barlow'schen Compensators, d. i. einer Eisenscheibe, welche an dem Gestell des Compasses entweder so befestigt wird, dass sie bei jeder Stellung des Schiffes die durch das Schiffseisen hervorgebrachte Ablenkung verdoppelt, oder (nach einer später von Barlow angegebenen Einrichtung) so, dass diese Ablenkung gänzlich aufgehoben wird. Poisson, welcher (Mem. de l'Acad. V.) die von Barlow aus Versuchen abgeleiteten Gesetze der Ablenkung einer Nadel durch eiserne Kugeln, welche durch die Erdkraft magnetisirt sind, vom rein theoretischen Standpunkt aus reproducirte, benutzte die gewonnenen Resultate zur Untersuchung jener compensirenden Wirkung. Die Hauptergebnisse dieser Untersuchung sind folgende:

Die Wirkung einer ablenkenden Kugel, die keine Coërcitivkraft besitzt, auf eine freischwebende Nadel geschieht in einer Richtung, welche sich weder mit ihrem Durchmesser, noch mit ihrer Entfernung ändert, wofür nur die Linie, welche das Kugelcentrum mit der Mitte der Nadel verbindet, dieselbe Richtung behält. Die Stärke der Wirkung wächst aber bei gleicher Entfernung wie die Durchmesser der Kugeln. Es lässt sich daher eine Reihe Kugeln, deren Centra in einer durch die Mitte der Nadel gehenden Geraden liegen, durch eine einzige mit ihrem Centrum in derselben Geraden liegenden Kugel ersetzen, welche genau dieselbe Wirkung ausübt, welches auch die Richtung des Erdmagnetismus sei, oder, was dasselbe ist, welche Richtung auch das Schiff haben möge, in das wir jene Nadel und das Kugelsystem angebracht denken. — Dagegen ist es unmöglich, durch eine Kugel die Wirkung des Kugelsystems für jede Lage des Schiffes aufzuheben, oder was dasselbe ist, eine Wirkung hervorzubringen, welche der des Kugelsystems nicht allein gleich ist, sondern auch in entgegengesetztem Sinne wirkt.

Wohl aber ist ein solches Aufheben der Ablenkung möglich, wenn die Nadel keine freischwebende, sondern eine horizontale Nadel ist, d. h. es ist ein System von Kugeln möglich, deren in azimuthaler Richtung wirkende Ablenkungskräfte sich gegenseitig aufheben.

In dem Fall zweier Kugeln, von denen die eine die Wirkung der andern aufheben soll, müssen die Centra derselben mit der Nadel in einer Ebene liegen; es muss ferner das Verhältniss ihrer Durchmesser und ihrer Entfernungen von der Nadelmittle bei gleichem Material dasselbe sein, wie in dem vorigen Fall, d. h. so, als ob beide für sich dieselbe Wirkung nach einerlei Richtung ausüben sollten. Da-

gegen müssen die Centra, statt in einer durch die Nadelmitte gehenden Geraden, in zwei auf einander senkrechten, in der Nadelmitte sich schneidenden Linien liegen.

Für den Fall, dass die ablenkende Kraft einer beliebigen Anzahl beliebig im Raum vertheilter Kugeln sich durch die Wirkung einer einzigen Kugel compensiren lässt, findet sich eine zwiefache Lage dieser Kugel. Das Centrum derselben kann nämlich auf einer von zwei durch die Mitte der Boussole gehenden Linien liegen, die in derselben Vertikalebene sich befinden, und gegen den Horizont gleich geneigt sind. Ganz dasselbe findet sich in der Lage derjenigen Kugel, welche die Ablenkung des Kugelsystems verdoppelt, nur dass die Vertikalebene, in welcher die beiden Centrallinien liegen müssen, senkrecht steht auf der Vertikalebene des vorigen Falls.

Endlich lässt ein Kugelsystem beides, eine Compensation und eine Verdoppelung der Ablenkung durch eine einzige Kugel zu, wenn sämtliche Kugeln ihre Centra in der Ebene der Boussole haben, in welcher Ebene dann zugleich das Centrum derjenigen Kugel liegen muss, welche die Ablenkung verdoppelt oder aufhebt. R.

Ablöschen, ein glühendes Metall in kaltes Wasser tauchen. Es geschieht dies beim Stahl, um ihn zu härten; Glockengut dagegen verliert dabei an Härte. B.

Abplattung der Erde oder irgend eines andern rotirenden Weltkörpers ist das Verhältniss der Rotationsaxe zum Durchmesser des Aequators. Dies Verhältniss wird gewöhnlich so bestimmt, dass man den Unterschied dieser beiden Linien als einen Theil der grösseren darstellt. Die Abplattung der Erde beträgt nach den neuesten Bestimmungen $\frac{1}{298}$, d. h. die Axe ist um $\frac{1}{298}$ des Aequatordurchmessers kürzer als dieser. Iene beträgt nämlich 6,522,146 Toisen, dieser 6,543,908 Toisen. Ueber die Abplattung anderer Weltkörper belehren astronomische Werke. Als Erklärungsgrund nimmt man mit Recht an, dass die Centrifugalkraft der anfänglich weichen und kugelförmigen Masse beim Umschwunge die sphäroidische Gestalt gegeben habe, in welcher jeder Durchschnitt der Axe als Ellipse erscheint. Man hat daher auch nicht unpassend den Ausdruck Ellipticität zur Bezeichnung der Abplattung gewählt. (Vgl. Klügel, math. Wörterb.) Die Abplattung lässt sich aus der Rotationsgeschwindigkeit berechnen und ist dann nach Ivory $\frac{1}{298}$; sie lässt sich auch aus astronomischen Beobachtungen herleiten. Man hat dann $\frac{1}{298}$. Sie wird aus Pendelmessungen bestimmt und ist nach Sabine $\frac{1}{298}$. Das oben angegebene Resultat ist von Bessel, ein anderes, $\frac{1}{305}$, ist von Laplace aus den Messungen verschiedener Meridiangrade berechnet. A.

Abracit heisst der kalihaltige Kreuzstein von Capo di Bove bei Rom. B.

Abrauchen gleichbedeutend mit Abdampfen. Bisweilen bedeutet auch Abr. aus einer Legirung, die aus einem feuerfesten und einem flüchtigen Metall besteht, das letztere durch Glühen entfernen.

So Antimon von Gold, früher nach Jeanetty's Methode Arsenik von Platin. Vergl. Gold und Platin. B.

Abschäumen, abgesonderte Unreinigkeiten aus Flüssigkeiten entfernen, ein bekanntes Verfahren, das durch Zusatz von Eiweiss oder Ochsenblut bei manchen technischen Operationen befördert wird. A.

Abschwefeln wird bisweilen das Verfahren genannt, durch welches Steinkohlen in Coaks umgewandelt werden, daher diese auch abgeschwefelte Steinkohlen heissen. Der Name ist unpassend, da das Verfahren eine Verkohlung ist. B.

Abseihen s. Filtriren.

Absieden s. Abkochen.

Absolut (absolutus, abgelöst) heisst 1) für sich betrachtet, ohne Vergleichung oder Verbindung mit Anderem, daher auch 2) vollkommen rein; daher absolutes Gewicht, absolute Festigkeit, absoluter Alkohol u. dgl. Man sehe diese Artikel. A.

Absorption (absorbere, einschlürfen) ist die Eigenschaft der Körper, Stoffe eines loseren Aggregatzustandes in sich aufzunehmen, ohne dass eine chemische Veränderung derselben bewirkt wird. Das Eindringen flüssiger Substanzen in feste, grösstentheils eine Wirkung der Capillarität (s. d. A.) gehört jedoch weniger hieher als die Aufnahme gasförmiger Substanzen in feste oder flüssige. Unter den festen ist vorzugsweise die Kohle wegen ihrer Absorptionsfähigkeit ausgezeichnet und in dieser Hinsicht auch am häufigsten untersucht; zuerst von Scheele und Fontana, die um 1777 diese Eigenschaft der Kohle entdeckten, dann von Priestley, Saluzzo, Morveau, Graf v. Morozzo, Delametherie, Rouppe, van Noorden, Parrot, Grindel, van Mons, Brugnatelli, Vogel, Döbereiner, am gründlichsten von Theodor de Saussure, (Gillb. Ann. XLVII. 113.) der auch andere feste Körper genauen Untersuchungen unterworfen hat. Die Kohle äussert diese Kraft am lebhaftesten, wenn sie vollkommen trocken und luftleer ist; sie wird daher für Absorptionsversuche vorbereitet, indem man sie ausglüht und schnell unter Quecksilber taucht. Nach dem Erkalten muss sie eben so schnell in das zu untersuchende Gas gebracht werden. Je dichter eine Kohle ist, unbeschadet ihrer Porosität, desto grösser ist die unter gleichen Umständen absorbirte Gasmenge. Daher schwächt das Pulverisiren die Absorptionsfähigkeit; aber es zeigt sich auch bei der festen (nicht porösen) Kohle z. B. bei dem Graphit keine Spur der Absorption. Am geeignetsten für die Versuche ist Buchsbaumkohle. Sie kann bei gewöhnlichem Luftdruck von kohlenurem Gase 35 Mal ihr eigenes Volumen aufnehmen. Die Dichtigkeit der Luft hat Einfluss auf die Absorptionsmenge. Unter grösserem Drucke wird dem Gewichte nach mehr, dem Raume nach verhältnissmässig weniger absorbirt. Die Wärme wirkt der Absorptionsfähigkeit entgegen. Glühen entfernt deshalb das absorbirte Gas gänzlich. Die Beschaffenheit der Gase

bestimmt das Absorptionsquantum nach Saussure's Versuchen bei 0,724 met. Druck und 12° C. Temperatur dergestalt, dass von einem Volumen Buchsbaumkohle verschluckt werden:

90 Vol. Ammoniakgas.	35,00 Vol. ölbild. Gas.
85 - Chlorwasserstoff.	9,42 - Kohlenoxydgas.
54 - Schweflich saures Gas.	9,25 - Sauerstoffgas.
55 - Schwefelwasserstoff.	7,5 - Stickstoffgas.
40 - Stickstoffoxydul.	1,75 - Wasserstoffgas.
35 - Kohlensäure.	

Die durch Druck am leichtesten condensirbaren Gase werden, wie diese Uebersicht zeigt, in grössester Menge absorbirt. Daher alle Dünste in hohem Grade absorbirbar sind. Aus den Mischungen verschiedener Gasarten absorbirt die Kohle verhältnissmässige Mengen eines jeden, den obigen Zahlen proportional; so dass z. B. von der atmosphärischen Luft mehr Oxygen als Azot aufgenommen wird. Eine durch Absorption in Kohlensäure gesättigte Kohle verliert, in Hydrogen gebracht, mehr Kohlensäure als sie Hydrogen dafür aufnimmt, daher sich das Luftvolumen um sie her vermehrt; das Entgegengesetzte findet statt, wenn eine durch Absorption mit Hydrogen gesättigte Kohle in Kohlensäure gebracht wird. Jederzeit stellt sich ein Gleichgewicht der Absorptionsmengen her, bei welchem im abgeschlossenen Raume die nicht absorbirte Quantität jedes Gases für sich zu der absorbirten in einem bestimmten Verhältnisse steht. Dabei scheinen diejenigen Gase, welche zu einander eine starke chemische Verwandtschaft haben, verbunden in verhältnissmässig grösserer Menge absorbirt zu werden als einzeln, ohne dass jedoch eine chemische Verbindung derselben in der Kohle bewirkt wird, oder überhaupt nur die Absorptionsmengen dem chemischen Mischungsverhältniss entsprechen. Denn Sauerstoff und Wasserstoff zeigen sich im Absorptionsverhältniss 45 : 6 und werden zum Theil ausgetrieben, wenn die Kohle in Wasserdunst gebracht wird. Indessen soll nach Thénard eine durch Absorption in der Kohle entstandene Verbindung von Schwefelwasserstoff und Sauerstoff detoniren, dabei Wasserbildung und Abscheidung von Schwefel entstehen. Bei jeder Absorption eines Gases erfolgt, wie die mitgetheilte Tabelle zeigt, Verdichtung desselben. Es muss daher Wärme frei werden. Dies zeigt sich auch nach Saussure's Versuchen, und zwar immer stärker, je grösser die Absorptionsmengen sind. Oft entsteht eine bedeutende Erhitzung. Diese wird bei der Pulverfabrication gefährlich; denn die durch Broncekugeln in grossen umgewälzten Trommeln zermalmte und sehr verdichtete Kohle absorbirt die atmosphärische Luft mit grosser Lebhaftigkeit und erhitzt sich dabei besonders in grössern Massen und wenn die Luft sehr trocken ist, nicht selten bis zur Entzündung. (Pogg. Ann. XX. 451 u. 620.) Die Schnelligkeit der Absorption hängt bei der reinen Kohle vorzugsweise von der Grösse der dem Gase dargebotenen Oberfläche derselben ab. Deshalb ist bei Kohlenpulver die Absorption schneller vollendet als bei fester Kohle. In der Regel werden die Gase durch Absorption nicht geändert, doch hat man eine Verbindung des Sauerstoffs mit der Kohle zu Kohlensäure beobachtet, desgleichen eine Zersetzung des Stickstoffoxyds in Stickstoff und (mit der Kohle zu Kohlensäure verbundenen) Sauerstoff.

Die Kohle selbst soll nach Brugnatelli durch die Absorption des Wasserstoffs in hohem Grade positiv elektrisch, durch Chlorgas negativ elektrisch werden.

Ueber die Absorptionsfähigkeit der übrigen festen Körper, welche Saussure untersucht hat, genüge hier die Mittheilung der von ihm angegebenen Tabelle, die sich auf Versuche bei 15° C. und 0,73 met. Barometerdruck bezieht.

Ein Volum der unterstehenden festen Stoffe absorbiert Volumen der nebenstehenden Gase.	Ammoniak	Chlorwasserstoff	Schweflige Säure	Schwefelwasserstoff	Stickstoffoxydul	Kohlensäure	Öelbildendes Gas	Kohlenoxydgas	Sauerstoff	Stickstoff	Wasserstoff
Meerschäum	15,0	—	—	11,7	3,75	5,26	3,7	1,17	1,49	1,6	0,44
Klebschiefer	113,0	—	—	—	—	2,0	1,5	0,55	0,7	0,7	0,48
Holzashest	12,75	—	—	—	—	1,7	1,7	0,58	0,47	0,47	0,31
Bergkork	2,3	—	—	—	—	0,82	0,82	0,78	0,68	0,68	0,68
Hydrophan	64,0	17,0	7,37	—	—	1,0	0,8	—	0,6	0,6	0,4
Schwimmquarz	10,0	—	—	—	—	0,6	0,6	—	0,45	0,45	0,37
Gyps	—	—	—	—	—	0,43	—	—	0,58	0,53	0,50
Bergmilch	—	—	—	—	—	0,87	—	—	0,87	0,80	0,80
Haselholz	100,0	—	—	—	—	1,1	0,71	0,58	0,47	0,21	0,58
Maulbeerholz	88,0	—	—	—	—	0,46	—	—	0,34	0,18	0,46
Tannenholz	—	—	—	—	—	1,1	—	—	0,5	0,21	0,75
Leinfäden	68,0	—	—	—	—	0,62	0,48	0,35	0,35	0,33	0,35
Wolle	—	—	—	—	—	1,7	0,57	0,3	0,43	0,24	0,3
Seide	78,0	—	—	—	—	1,1	0,5	0,3	0,44	0,125	0,3

Die Versuche Saussure's mit Kohlensäure unter verschiedenem Barometerdruck scheinen die Annahme zu begünstigen, dass die absoluten Absorptionsmengen sich wie die Cubikwurzeln der Dichtigkeit des den festen Körper umgebenden gleichartigen Gases verhalten. Verhält sich nämlich der Druck, wie die Zahlen

$$734 : 404 : 261;$$

so verhalten sich die Absorptionsmengen wie

$$100 : 80 : 71.$$

Demnach würde die Formel

$$m' = m \sqrt[3]{\frac{d}{d'}}$$

dazu dienen können, die absolute Absorptionsmenge m' für die Dichtigkeit d' aus der bekannten Menge m für den Druck d durch Rechnung abzuleiten.

Thone und reine Erden zeigen kein Absorptionsvermögen, wohl aber Metalle in feiner Zertheilung, z. B. pulverförmiges Eisen, das aus Reduction des Oxydes vermittelt Wasserstoff bei mässiger Hitze entstanden ist, Platinschwarz, das besonders grosse Absorptionskraft auf

Sauerstoff zeigt und sich dabei bis zum Glühen erhitzt. Die von sehr vielen festen Körpern bekannte Absorptionskraft gegen Wasserdunst wird in dem Artikel Hygroskop noch näher erörtert.

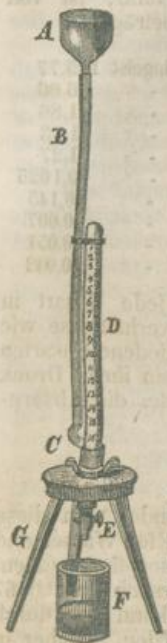
Die meisten tropfbaren Flüssigkeiten sind fähig, Gasarten in beträchtlicher Menge so in sich aufzunehmen, dass ihre eigene chemische Beschaffenheit und die durch die Sinne bemerkliche Continuität ihrer Masse durchaus nicht geändert wird. Es zeigen sich dabei im Allgemeinen die specifisch leichtern Flüssigkeiten von grösserem Absorptionsvermögen. So fand Saussure, dass unter dem gewöhnlichen Barometerdruck und bei 18° C. die nachbenannten Flüssigkeiten deren specifisches Gewicht die eingeklammerte Zahl angiebt, die durch die hinzugefügten zweiten Zahlen bestimmten Volumenmengen von Kohlensäure aufzunehmen im Stande sind.

Alkohol	(0,803) 2,60	Alaunlösung	(1,047) 0,70
Thymianöl	(0,89) 1,88	Schwefels. Natronl.	(1,105) 0,58
Terpenthinöl	(0,86) 1,66	Schwefelsäurelösung	(1,84) 0,45
Wasser	(1,000) 1,06	Chlorcalciumlösung	(1,402) 0,261
Zuckerlösung	(1,104) 0,72	Lavendelöl	(0,88) 1,91
Chlorkaliumlösung	(1,168) 0,61	Petroleum	(0,784) 1,69
Salpeters. Natronl.	(1,296) 0,45	Olivenöl	(0,915) 1,51
Chlornatriumlösung	(1,212) 0,329	Gummilösung	(1,092) 0,75
Aether	(0,727) 2,17	Schwefels. Kalilösung	(1,077) 0,62
Weingeist	(0,84) 1,87	Salpeters. Kalilösung	(1,139) 0,57
Leinöl	(0,94) 1,56	Weinsäurelösung	(1,285) 0,41
Salmiaklösung	(1,078) 0,75		

Vergleicht man hiermit die Absorptionskraft einiger dieser Stoffe gegen andre Gasarten, so findet man sehr abweichende Resultate und ganz andre Fortschreitungen der entsprechenden Volumenzahlen. Es absorhirt z. B.

Wasser	0,155	Vol. ölbild. Gas,	0,76	Vol. Stickstoffoxydul.
Petroleum	2,61	-	2,54	-
Lavendelöl	2,09	-	2,75	-
Olivenöl	1,22	-	1,50	-
Chlorkaliumauflösung	0,10	-	0,29	-

Bei Flüssigkeiten ist die Absorptionsmenge der Gase viel geringer als bei der Kohle, aber auch hier im Allgemeinen grösser bei denjenigen Gasen, die durch geringern Druck liquesciren. Auch findet bei gemischten Luftarten ein ähnliches Verhalten des Gleichgewichts der absorbirten Gasarten statt, das sich in jedem besondern Falle aus den Absorptionsmengen der einfachen Gase ableiten lässt.



Die Versuche über die Absorption werden in besonders dazu geeigneten Apparaten angestellt, die von Henry, Gay-Lussac und Magnus angegeben sind. Der Gay-Lussacsche Apparat ist hier abgebildet. Der Haupttheil ist die graduirte Röhre *D*, welche unten mit der längeren Röhre *BC* in Verbindung steht, die oben den Trichter *A* hat. Unterhalb *C* schliesst sich eine angemessene stählerne Fassung an die Röhre *D* an, welche durch das tischförmige Gestelle *G* hindurchgeht und unten einen stählernen Hahn *E* hat, durch welchen Quecksilber aus der Röhre *D* in das Gefäß *F* abgelassen auch Luft in dieselbe eingelassen werden kann. Zu dem letzteren Zweck hat Magnus diesem Hahn eine passende Einrichtung gegeben. Schraubt man die Röhre zuerst heraus, füllt sie mittelst des Hahns bei *E* zuerst ganz mit Quecksilber und kehrt sie dann, nachdem der Hahn geschlossen ist, um; so wird sich oben in *D* ein torricellisches Vacuum bilden. In dieses lässt man nun, wenn die Röhre wieder in das Gestell eingeschraubt ist, zunächst einige Gasvolumen und dann einige Flüssigkeitsvolumen durch den Hahn *E* aufsteigen und beobachtet die Volumenveränderung an der eingetheilten Röhre, den Druck an der Barometerröhre *AB* mit Berücksichtigung des durch ein in der Nähe des Instrumentes befindlichen Barometers beobachteten Atmosphärendrucks.

Aus den Versuchen über die Absorptionsfähigkeit der Flüssigkeiten ergibt sich, dass, wenn mit derselben Flüssigkeit und derselben Gasart bei verschiedener Dichtigkeit der letzteren experimentirt wird, die absorbirten Volumina immer gleich gross bleiben. So z. B. absorbirt das reine Wasser $\frac{1}{5}$ seines Volumens von der atmosphärischen Luft bei jedem Grade der Dichtigkeit derselben. Demnach steht die Absorptionsmenge jederzeit in einem bestimmten Verhältnisse zu dem Druck der darüber befindlichen Gasart; wird dieser verstärkt, so mehrt sich in demselben Verhältnisse die Menge des absorbirten Gases; wird er vermindert, so nimmt auch diese ab. Deshalb kann durch die Compressionspumpe das Wasser mit vieler Kohlensäure versehen werden, ein Verfahren, das bei der Bereitung künstlicher Sauerbrunnen Anwendung findet. Eben so wird die Evacuationspumpe dem Wasser die absorbirte Luft entziehen, was ein einfacher Versuch mit der Luftpumpe zeigen kann. Nennt man nun *d* die Dichtigkeit des Gases und δ die Absorptionsmenge, auf das Volumen der absorbirten Flüssigkeit als Raumeinheit bezogen, so ist δ auch zugleich die Dichtigkeit des absorbirten Gases (wobei man sich die absorbirende Flüssigkeit als nicht vorhanden und ihr Volumen nur durch das absorbirte Gas erfüllt vorstellen muss). Dann ist $\frac{\delta}{d}$ für dieselbe Flüssigkeit und für dasselbe Gas unveränderlich. Dieser

Bruch, den man Absorptionsquotient nennen kann, ist von Saussure für sehr viele Stoffe ermittelt worden. Er beträgt:

für	schwefligsaures Gas	geg. Wasser	43,78	geg. Weingeist	115,77
-	hydrothionsaures Gas	-	2,53	-	6,06
-	kohlensaures Gas	-	1,06	-	1,86
-	Stickstoffoxydgas	-	0,76	-	1,53
-	ölbildendes Gas	-	0,155	-	1,27
-	Sauerstoffgas	-	0,065	-	0,1625
-	Kohlenoxydgas	-	0,062	-	0,145
-	ox. Kohlenwasserstoffg.	-	0,051	-	0,007
-	Wasserstoff	-	0,046	-	0,051
-	Stickstoff	-	0,042	-	0,042

Nach dem Dalton'schen Gesetz verbreitet sich jede Gasart in einer andern nach demselben Druck- und Dichtigkeitsverhältnisse wie im leeren Raum, nur langsamer. Wenn daher verschiedene Gasarten über derselben Flüssigkeit stehen, so wird von jeder ein ihrem Druck entsprechendes Quantum absorbiert. Sind n, n', n'' etc. die Absorptionsquotienten für die einzelnen Gasarten, so ist

$$x = \frac{nd + n'd' + n''d'' + \dots}{d + d' + d'' + \dots}$$

der Absorptionsquotient für das Gasgemenge. Wendet man diese Rechnung zur Bestimmung des Absorptionsquotienten für Wasser und atmosphärische Luft an, so findet man aus den Absorptionsquotienten der Bestandtheile $x = 0,0474$. Der Henry'sche Versuch hat 0,0467 ergeben. Das Entweichen des absorbierten Gases kann nur durch den Druck der gleichartigen Gasarten gehemmt werden. Daher in der atmosphärischen Luft alle andern absorbierten Gasarten aus einer Flüssigkeit entweichen und durch Sauerstoff und Stickstoff ersetzt werden. Da Kohlensäure specifisch schwerer als atmosphärische Luft ist; so kann in Flaschen der Druck derselben das absorbierte Gas noch länger zurückhalten. Das Moussiren der Weine ist eine Wirkung der Absorption. Wenn die Gährung sich in geschlossenen Gefässen fortsetzt, so wird durch den Druck der entstandenen Kohlensäure diese von dem Weine absorbiert. Das absorbierte Gas entweicht, wenn durch Oeffnen der Gefässe der Druck vermindert wird.

Wenn eine Flüssigkeit gefriert, so scheiden sich häufig die von ihr absorbierten Gasarten aus. Es scheint, dass dabei die Berührung der Flüssigkeit mit der ausscheidenden Luft zugleich das Gefrieren erleichtert. Hermetisch verschlossenes und durch Auskochen von aller absorbierten Luft befreites Wasser gefriert bei -10° R. nicht, selbst wenn es lebhaft erschüttert wird. In dem Eise, das in einer Flasche mit engem Halse gebildet wird, zeigen sich jederzeit Luftblasen, oft in Gestalt von Röhren in horizontaler Lage. Auch das Silber, das beim Schmelzen Oxygen absorbiert, stösst beim Erstarren dieses absorbierte Gas wieder aus, wodurch die Erscheinung des sogenannten Spratzens entsteht. Diejenigen Gase, welche in grosser Quantität verschluckt werden, wie z. B. schwellige Säure, Chlorwasserstoff, Ammoniak, scheiden sich beim Gefrieren des Wassers nicht ab, werden auch grösstentheils vom Eise so lebhaft absorbiert, dass die dadurch entstandene Wärme das Eis schmelzt.

Die Absorption soll bei Flüssigkeiten in Glasgefäßen sich stärker zeigen, als bei denen, die sich in Metallgefäßen befinden; auch soll die Absorption erst nach längerer Zeit beendet sein.

Die Erwärmung der Flüssigkeiten während der Absorption ist der Verdichtung der aufgenommenen Gasarten zuzuschreiben. Sie zeigt sich auch dann am stärksten, wenn das Gas in bedeutender Menge aufgenommen wird. Die Absorption von Chlorwasserstoff kann Wasser bis zum Sieden erhitzen. Kohlensäure bringt hingegen kaum die Temperatur um einen halben Grad höher.

Das Volumen der Flüssigkeiten nimmt durch die Absorption zu, die Dichtigkeit gleichfalls. Ammoniakgas macht das Wasser spezifisch leichter, Chlorwasserstoff vermehrt das spezifische Gewicht desselben.

Die Theorie der Absorption hat eigenthümliche Schwierigkeiten. Die Absorption der Gasarten durch feste Körper lässt sich als eine Capillaranziehung und Verdichtung derselben in den Poren betrachten. Die Absorption in flüssigen Substanzen eben so zu betrachten, ist wegen der Abwesenheit aller Poren nicht zulässig. Man kann die Gasart in der Flüssigkeit als condensirt und mit der Flüssigkeit gemischt betrachten. Sie stünde dann unter dem Gesetz liquescirter Dünste, deren Uebergang in den luftförmigen Zustand durch den Druck des gleichartigen Dunstes gehemmt wird. Jedenfalls ist auch eine der chemischen Affinität nahe stehende Anziehung der Stoffe bei der Absorption thätig und bedingt die Mengenverhältnisse. Die Kraft dieser Anziehung ist aber zugleich nicht so stark, um ohne Mitwirkung des äussern Drucks die Gase bleibend an die Flüssigkeiten zu binden. Zur ausführlicheren Belehrung über die Absorption dienen die Arbeiten Dalton's (Gilb. Ann. XXVIII. 397.) Henry's (Gilb. Ann. XX. 147.) Saussure's (Gilb. Ann. XLVII. 163.) Döbereiner's in Schweig. Journ. X. 272. Gmelin's im Gehler'schen Wörterbuche, Frankenheim's in der Cohäsionslehre S. 185. und Poggendorff's in dem Handwörterbuche der Chemie. Braunschweig. 1836. S.10. A.

Absorption (des Lichtes) nennt man die Ursache der Undurchsichtigkeit und der unvollkommenen Durchsichtigkeit der Körper. s. Undurchsichtigkeit. R.

Absprengen, ein bekanntes Verfahren, durch plötzliche Erhitzung einiger Stellen Glastafeln oder Glasröhren zu trennen. A.

Abstand vom Scheitel s. Zenithdistanz.

Abstand der Nachtgleichen ist die in Graden ausgedrückte Länge des an irgend einem astronomischen Mittage gemessenen Aequatorbogens zwischen dem Frühlingsnachtgleichenpunkte und dem Durchschnitte des Aequators mit dem Meridian des Beobachtungsortes. A.

Absteigung (gerade) eines Gestirns s. Rectascension.

Absteigung (schiefe) eines Gestirns ist der Bogen des Aequators zwischen dem Frühlingsäquinocialpunkte und dem mit einem Stern zugleich untergehenden Aequatorpunkte. A.

Absterben (des Zuckers) ist der Uebergang der dichten Masse

in einen krystallinischen (meist faserigen) Zustand. Diese Veränderung, die man an alten Bonbons wahrnehmen kann, fängt an der Oberfläche an und erstreckt sich mit der Zeit immer mehr nach der Mitte zu. Die physikalischen und chemischen Veränderungen, welche dieses Absterben bedingen und begleiten, sind noch nicht gehörig erörtert. A.

Abstrebekraft, ein nicht sehr in Gebrauch gekommener Ausdruck für Centrifugalkraft. A.

Abstrich, schwarze Glätte, heisst das beim Abtreiben (s. dieses) des Silbers zuerst abfliessende oder mit einer Kratze abgezogene Bleioxyd. Es ist schwarz und von den Beimengungen des Bleis unreinigt. Berthier fand in einem ersten solchen Abstr. 35 pCt. Bleioxyd; 4,8 Antimonoxyd; 4,6 Kupferoxyd; 5,4 Eisenoxyd; 5,0 Zinkoxyd; 6,8 Schwefel; 5,8 Kieselerde; 0,8 Thonerde; 0,7 Kalkerde und 32 metallisches Blei. In anderen Proben hat man auch Arsenik, Kobalt, Nickel, Zink und Silber gefunden. Auch der zweite Abstr. ist noch schwarz und besonders silberhaltig, er wird vorzugsweise Abstr. oder schwarze Glätte, der erste dagegen Abzug genannt. Erst beim weiteren Abtreiben erhält man das reinere Bleioxyd, die Glätte. B.

Abstossung, Repulsion, eine in einzelnen Naturthätigkeiten bemerkte Erscheinung, des wie in Folge einer Kraft entstehenden Auseinandertretens der Körper oder ihrer Theile. Die elektrische, magnetische Abstossung sind Beweise davon. Man nimmt oft zur metaphysischen Erklärung des Wesens der Materie eine allgemeine Repulsionskraft an. (Kant metaph. Anfangsgr. der Naturwissenschaft. Riga 1787.) s. Materie. Newton setzte auch für seine mathematisch-physikalischen Untersuchungen eine solche voraus (Newt. princip II.) Biot und Laplace sehen die Abstossung der Theilchen als Folge der Wärme an. (Gilb. Ann. XXXIII.) s. Aggregatzustand. Dass bei der Wirkung einer anziehenden Kraft scheinbare Abstossung durch den Einfluss einer andern Kraft entstehen könne, beweisen die Erscheinungen der Centrifugalkraft. Der Beweis von dem Vorhandensein einer eigenthümlichen, der Materie inwohnenden oder sie constituirenden Kraft der Repulsion lässt sich vom mathematisch-physikalischen Standpunkte aus schwerlich je erwarten. A.

Abstumpfen heisst in der Chemie eine säurehaltige Flüssigkeit durch alkalische Zusätze theilweis neutralisiren; so dass die Reaction der Säure schwächer (gewissermassen minder scharf oder stumpf) wird. A.

Absud (Decoct), die in siedendem Wasser sich bildende Auflösung, wenn man mittelst desselben aus festen Körpern, namentlich Pflanzenstoffen, die auflöselichen nicht flüchtigen Theile auszieht. B.

Absynthiin, Wermuthbitter. In der Artemisia Absinthium L. ist von Pelletier und Caventou ein bitterer Stoff entdeckt (Journ.

de chim. md. IV. 556), welcher später von Mein rein dargestellt wurde (Annal. der Pharmacie VIII. 61). Leonardi hat ihn gleichfalls untersucht (Brand. Arch. XXVIII. p. 211). Die getrockneten blühenden Spitzen werden mehreremal mit Wasser ausgepresst; die Flüssigkeit zur Extractdicke eingedampft, mit Alkohol erschöpft, dieser abgedampft, der Rückstand mit Wasser ausgezogen; dabei bleibt ein Theil des Bitters ziemlich rein zurück; es wird öfters abgewaschen, und die Flüssigkeiten mit dem wässrigen Auszug vermischt. Das Wasser wird verdunstet, der Rückstand in Alkohol gelöst, mit Aether versetzt, wodurch Schleimzucker u. s. w. gefällt werden, das Bitter indessen aufgelöst bleibt. Durch Abdampfen der Flüssigkeit, mehrmaliges Auflösen des Rückstandes in Weingeist und Fällung durch Wasser wird es fast rein erhalten. Durch Auflösen in Alkohol, Fällung der fremden Bestandtheile durch Bleizucker, Vermischen der Lösung mit Wasser, Abdampfen und Zerlegen der aufgelösten Bleiverbindung durch Schwefelwasserstoff, Erhitzen des ganzen Gemenges, Filtriren und Abdampfen erhält man das Bitter ganz rein. — Es ist weiss, krystallisirbar, von sehr bitterem Geschmack, bei hoher Temperatur schmelzbar und harzähnlich, reagirt sauer. Weingeist löst es am besten, Aether weniger gut, Wasser nur $\frac{1}{1000}$. Verdünnte wässrige und kohlensaure Alkalien lösen es leicht, Säuren, concentrirte Salz- und Alkalilösungen schlagen es daraus käsigt nieder. Salpetersäure löst es zu einer gelben, Schwefelsäure zu einer rothen Flüssigkeit auf. Seine Zusammensetzung ist nicht bekannt; es enthält keinen Stickstoff. M.

Abtreiben bezeichnet ein Verfahren, durch welches man Gold und Silber aus Legirungen mit unedlen Metallen abscheidet. Es beruht darauf, dass man die Legirung schmilzt und der Oxydation unterwirft, wobei die unedlen Metalle in Oxyde verwandelt werden, die edlen aber metallisch bleiben. Ist die Legirung nicht leichtflüssig genug, so wird die zu diesem Zweck erforderliche Menge Blei hinzugesetzt. Man nimmt das Schmelzen auf einem porösen Herd vor, welcher die entstandenen Oxyde ganz oder theilweis absorbirt; ersteres findet statt beim Abtr. im Kleinen oder Kupelliren (s. dieses), welches die Ermittlung des Feingehalts vom käuflichen Gold oder Silber zum Zweck hat, letzteres beim Abtr. im Grossen, welches allermeist Behufs der Abscheidung des Silbers aus silberhaltigem Blei, Werkblei Werke, auf dem Treibheerd ausgeführt wird.

Der Treibheerd hat einen rundlichen Umfang und eine schüsselförmig vertiefte Oberfläche. Der unterste Theil des Heerdes, die Sohle, besteht aus Schlackenstücken, unter denen sich die Abzüge für die Feuchtigkeit befinden, darüber liegt eine aus Ziegelsteinen gefertigte Schicht, und hierauf der eigentlich poröse Heerd, welcher aus festgestampfter ausgelaugter Holzasche oder aus Kalkmergel, einem Gemenge aus Kalk und Thon, besteht. Die Oberfläche ist glatt gerieben, hat die Form eines Kugelsegments und in der Mitte eine Vertiefung, in welcher das Silber sich ansammelt. Der Heerd hat ringsum einen erhabenen Rand, auf welchen ein an Ketten hängender flacher, eiserner Hut, der auf der Innenseite mit Lehm verstrichen ist, dicht aufgesetzt wird; zur Seite befindet sich, wie bei einem Flammen-

ofen, die Feuerung, deren Flamme über den Heerd streicht, und auf der entgegengesetzten Seite der nach dem Schornstein führende Abzug. Zwischen diesen beiden Oeffnungen in der Mitte, aber am Umfang, hat der Heerd eine dritte Oeffnung, durch welche ein Gebläse mündet, welches die zur Oxydation erforderliche Luft zuführt. Diesem gegenüber ist die Glättgasse angebracht, eine Anfangs mit Heerdmasse geschlossene Spalte in dem Kranz, die aber im Verlauf der Arbeit in dem Maasse geöffnet wird, als die Oberfläche des Metalls wegen des Abfließens der Glätte (Bleioxyd) sich senkt. — Ein Theil der Glätte zieht sich auch in den Heerd, und nimmt etwas Silber mit, bei einem Aschenherd ist dies beträchtlicher, als bei einem aus Mergel gefertigten, daher dieser den Vorzug verdient. Wo man einen geeigneten Mergel nicht hat, macht man künstlich einen solchen aus feuerfestem Thon mit Kalkstein. Zu Tarnowitz in Schlesien nimmt man dazu ein Gemenge von 4 Th. Thon und 7 Th. Dolomit. Eine Heerdmasse ohne alle Absorptionsfähigkeit hat sich als unpraktisch erwiesen.

Der Silbergehalt des Werkbleis ist sehr verschieden, er schwankt zwischen $1\frac{1}{4}$ Loth bis 60 Loth in dem Centner. Man bringt die Werke auf den angewärmten Heerd, lässt die Haube darüber und verstärkt die Hitze allmählig, bis das Blei schmilzt, worauf das Gebläse angelassen wird. Die über die Metallmasse hingehende Luft oxydirt das Blei und alle sonst darin befindlichen oxydablen Metalle; hauptsächlich sammeln sich zu Anfang die schwer schmelzbaren Verbindungen an der Oberfläche. Sie werden abgelassen und bilden den Abzug, Abstrich (s. diesen), der ein sehr unreines Blei enthält und mit einer Kratze fortgeschafft wird. Der zweite Abstrich ist weniger unrein, aber noch schwarz wie der erste, und das nun sich bildende Bleioxyd nimmt allmählig die ihm eigenthümliche Farbe an und wird durch den Wind gegen die Glättgasse getrieben, die man nach und nach immer tiefer einstösst. Gegen das Ende wird die Metallmasse schwerer schmelzbar, die Hitze muss verstärkt werden, der Glätteüberzug wird immer dünner, verschwindet endlich ganz, bildet sich aber noch einigemal, und vergeht sogleich wieder, was ein Farbenspiel hervorbringt, worauf endlich der Silberblick folgt, indem die Oberfläche des Silbers plötzlich glänzend hervortritt. Hier unterbricht man die Operation, obgleich das Silber, Blicksilber, noch nicht rein ist, sondern gegen 10—12 pCt. Blei enthält, welches man durch ein ähnliches Verfahren auf einem kleineren Heerde, durch das Feinbrennen (s. dieses), entfernt.

Beim Abtr. geht besonders gegen das Ende Blei und Silber durch Verdampfen verloren, weshalb die Arbeit auch der Gesundheit nachtheilig ist. Die in den Heerd gezogene Glätte mit Silber, der Heerd, so wie der silberhaltige Abstrich, werden wieder auf Blei und dieses dann auf Silber verarbeitet.

Werkblei, welches sehr silberarm ist, treibt man nicht bis zum Blicken ab, sondern lässt $\frac{1}{10}$ etwa sich oxydiren, Armtreiben, und sammelt die concentrirteren Werke, um sie, wie oben, gemeinschaftlich abzutreiben.

Das Abtr. des Goldes findet nur bei goldhaltigen Schwefelmetallen statt. Diese werden wie gewöhnlich zu Stein, concentrirterem

Schwefelmetalle, verschmolzen, geröstet, hierauf mit Blei versetzt und dann auf eine ähnliche Weise wie das Silber abgetrieben, was man hier auch Eintränkarbeit nennt. B.

Abweichung (eines Gestirns, der Magnetnadel), s. Declination.

Abweichung (optische). Wenn von einem Punkt ausgehende Lichtstrahlen, nachdem sie von einer oder mehreren gekrümmten Flächen reflektirt oder gebrochen sind, nicht in einem Punkt sich wiederum vereinigen, oder wenn sie nach der Reflexion oder Brechung divergiren, nicht eine solche Richtung haben, dass ihre Verlängerungen sich in einem Punkte schneiden, so geben dieselben kein vollkommen deutliches Bild des erwähnten Punktes, und die Abweichung der Strahlen von derjenigen Richtung, welche die Erzeugung eines vollkommen deutlichen Bildes verlangt, heisst optische Abweichung. Man unterscheidet:

1) die sphärische Abweichung,

d. h. die optische Abweichung der in verschiedenen Punkten reflektirender oder brechender sphärischer Flächen einfallenden Strahlen von mittlerer Brechbarkeit. Diejenigen Strahlen, welche in der Mitte der sphärischen Fläche auffallen, schneiden sich fast genau mit den in der Nähe dieser Mitte auffallenden Strahlen (Centralstrahlen) in demselben Punkt, und am entferntesten von diesem Punkt treffen die auf den Rand der Fläche fallenden Strahlen (Randstrahlen) zusammen. Die Entfernung des Vereinigungspunktes der um einen Punkt der Axe der reflektirenden oder brechenden Fläche ausgehenden Centralstrahlen von dem der zugehörigen Randstrahlen nennt man die Längenabweichung oder Longitudinal-Aberration. Diese ist bei Spiegeln nahe dem Quadrate der Breite des Spiegels und bei doppelt convexen Gläsern dem Quadrate des Sinus vom halben Krümmungsbogen der Linse proportional. Die Entfernung des Vereinigungspunktes der Centralstrahlen von den Randstrahlen, senkrecht gegen die Axe gemessen, heisst die Seitenabweichung oder Lateral-Aberration; sie ist bei Spiegeln nahe dem Cubus der Breite des Spiegels proportional. (Herschel: vom Licht. §. 314.) Der Kreis, in welchem die Randstrahlen von den Centralstrahlen geschnitten werden, heisst der Abweichungskreis.

Ueber die Grösse der sphärischen Abweichung s. die Artikel: Spiegel und Linsengläser.

2) die chromatische Abweichung.

Aehnlich wie die Central- und Randstrahlen sich verhalten, verhalten sich bei einem und demselben Einfallsstrahl weissen Lichtes die rothen und violetten Strahlen nach der Brechung durch eine oder mehrere Linsen. Die Entfernung der Vereinigungspunkte der rothen und violetten Strahlen heisst die chromatische Längenabweichung; die Entfernung des Vereinigungspunktes der mittleren Strahlen von den äussersten (rothen oder violetten) Strahlen, senkrecht gegen die Axe gerechnet, heisst chromatische Seitenabweichung. Das Nähere hierüber s. im Artikel Linsen. (Herschel: vom Licht. §. 456 etc.) R.

Abziehen, eine Flüssigkeit (besonders Wasser oder Weingeist) über andere Stoffe destilliren, damit sich dieselbe mit den flüchtigen Theilen jener Stoffe (z. B. mit den ätherischen Oelen einer Pflanzensubstanz) vereinige. A.

Abzug s. Abstrich.

Acacin wird von einigen Chemikern der Hauptbestandtheil der natürlichen Gummisorten genannt, der sich am reinsten im arabischen oder Senegalgummi findet. vergl. Gummi. M.

Acamptisch s. Akamptisch.

Acanor, Athanor, Kohlenthurm, fauler Heinze, piger Henricus, ein früher viel, jetzt kaum noch gebrauchter Ofen, angeblich von Raymundus Lullus erfunden, der den Zweck hatte, lange Zeit eine gleichförmige Hitze zu geben, während man nur selten Brennmaterial nachlegte. Er war nach Art der gewöhnlichen Oefen construirt, hatte aber zur Seite einen mit einem Deckel luftdicht verschlossenen Kanal, den man so mit Kohlen füllte, dass sie auf den Heerd nachfielen, wenn dort das Brennmaterial verzehrt war. Der Abschluss der Luft verhinderte die Entzündung der Kohlen innerhalb des Kanals. B.

Acceleration (acceleratio), Zunahme der Bewegung, Beschleunigung. (s. diese.)

Accord, ein Zusammenklingen mehrerer Töne, die durch ihr Consoniren oder durch ihren Zusammenhang mit vorhergehenden und nachfolgenden Tönen als zusammengehörig erscheinen. Ein Accord wird gewöhnlich consonirend genannt, wenn jeder seiner Töne mit allen übrigen consonirt, dissonirend, wenn dies nicht der Fall ist. Aus den Tönen innerhalb einer Octav lassen sich demnach sechs consonirende Accorde bilden, nämlich der harte und weiche Dreiklang (s. diese) mit ihren beiden Versetzungen, dem Sexten- und Quartsextenaccord; doch wird der letztere auch von Manchen zu den dissonirenden Accorden gerechnet, weil er nicht schliessen kann, sondern einen Accord nach sich verlangt. (vgl. die Art. Consonanz und Dissonanz.) S.

Accordion, ein Instrument, das seit mehreren Jahren in Jedermanns Händen ist. Die Tonerzeugung durch Zungen ist wie bei der Mundharmonica, nur werden dieselben durch einen Blasebalg angeblasen, welcher beim Zusammendrücken nach einer, und beim Ausziehen nach einer andern Reihe von Zungen Luft bläst; jene geben die Töne des Stammaccords, diese die des Dominantenaccords. Ein Deckel über jeder Zunge hindert das Durchströmen der Luft; sobald derselbe durch das Niederdrücken einer Taste gehoben wird, spricht der Ton an. Obgleich diese Instrumente nicht selten recht wohlklingend sind, so entspringt doch aus dem Umstande, dass die Töne sich immer in jenen zwei Accorden bewegen eine unleidliche Einförmigkeit. S.

Achat, (Agat), ein Gemenge verschieden gefärbter Varietäten des Quarzes, als Amethyst, Chalcedon, Carneol, Feuerstein, Jaspis u. s. w. Er hat meist kugelförmige Gestalten, in welchen die genannten Mineralien concentrisch gelagert sind, oft ist die Mitte hohl und mit Drusen kleiner Quarzkrystalle erfüllt. Man findet ihn in Geschieben, auf Gängen in Porphyr und anderem Gestein, hauptsächlich aber in den Höhlungen der Mandelsteine. Böhmen, Sachsen, die Faröern, Sibirien, Oberstein und Idar an der Nahe liefern ihn häufig. Der isländische A. ist Obsidian. Nach Plinius ist der A. zuerst in Sicilien am Fluss Achates (jetzt Cantera) gefunden worden, woher sein Name.

Die mannichfaltigen, oft sehr schönen Zeichnungen, welche der A. beim Schleifen zeigt, haben zu dem Namen Band-, Landschafts-Moos-, Trümmer-, Festungsachat u. s. w. Anlass gegeben. Man gebraucht ihn zum Poliren, zu Mörsern, Schaaen und vielerlei Schmucksachen.

Wird der A. mit Oel gekocht und dann in concentrirter Schwefelsäure erhitzt, so färben sich einige Streifen schwarz, andere werden bleicher oder bleiben unverändert. Es rührt dies davon her, dass das Oel in den Stein dringt und von der Säure nachher verkohlt wird. Dergleichen A. eignen sich bisweilen ganz besonders zu Kunstwerken. In Indien und Deutschland wurde von den Steinschleifern lange Zeit dieses Verfahren als ein Geheimniss betrieben, bis es von Mac-Culloch beschrieben wurde. (Ann. de Chim. et de Phys. XIII. 110.)

B.

Achromasie, ist die Aufhebung der chromatischen Abweichung in den optischen Bildern der Linsen. s. Achromatismus.

Achromatisches Fernrohr s. Fernrohr.

Achromatische Linse s. Linse.

Achromatisches Prisma s. Prisma.

Achromatismus. Soll ein optisches Bild deutlich erscheinen, so müssen die Strahlen, welche von den Punkten desjenigen Gegenstandes ausgehen, dem das Bild angehört, wiederum sich in correspondirenden Punkten (den Orten der Bilder jener Punkte) vereinigen, oder von correspondirenden Punkten aus divergiren. Wird das Bild durch Lichtbrechung erzeugt, so werden die einem und demselben Objektpunkte angehörigen Bildpunkte im Allgemeinen an verschiedene Orte hinfallen, je nachdem die ursprünglichen Strahlen grössere oder geringere Brechbarkeit haben, so dass, wenn das Objekt nicht homogenes Licht aussendet, so viele Bilder entstehen müssen, als Strahlengattungen von verschiedener Brechbarkeit vorhanden sind. Haben die brechenden Mittel eine solche Form, dass diese verschieden gefärbten Bilder einander decken, so erscheinen sie dem Auge einfach, und man nennt alsdann jene Mittel achromatisch. Wie man Prismen und Linsen so einrichten könne, dass ihnen diese Eigenschaft (der Achromatismus) zukomme, findet man in den Artikeln Prisma und Linsen.

R.

Achtflach s. Octaëder.

Acechlorplatin. Diese von Zeise entdeckte Verbindung erhält man am besten, wenn man krystallisirtes Platinchlorid und Aceton in den Verhältnissen mengt, dass die Masse breiartig wird. Die Masse erwärmt sich dabei stark, stösst Dämpfe von Salzsäure und einem andern, die Augen stark reizenden Körper aus. Man bringt sie in ein weites Stöpselglas, wo man sie 40 Stunden verschlossen stehen lässt. Es setzt sich dabei ein brauner Körper ab, welcher abfiltrirt und mit Aceton gewaschen, eine gelbe Farbe annimmt. Aus den Mutterlaugen und Waschwasser erhält man noch mehr von dieser Verbindung. Diese ist das Acechlorplatin. Durch das Umkrystallisiren in kochendem Aceton erhält man es rein. Die Menge beträgt ungefähr 20 pCt. des angewendeten Chlorids. Es ist eine geruchlose, gelbe, metallisch schmeckende Verbindung, welche sich bei 203° C. zerlegt, in der Flamme mit grünlichem Lichte und unter Hinterlassung von metallischem Platin verbrennt. Wird die Verbindung bei abgeschlossener Luft geglüht, so erhält man eine schwarze Masse, welche, noch warm, an der Luft in Brand geräth und sich in metallisches Platin verwandelt. Dieser schwarze Körper ist ein Platincarbonat, aus PtC_2 bestehend. Wasser, und namentlich kochendes, zerlegt das Acechlorplatin und bildet Aceplatinoxydul; Alkohol, Aether und selbst Aceton lösen nur wenig davon auf; letzteres kaum über $\frac{1}{3}$. Mit Chlormetallen scheint es Doppelverbindungen einzugehen.

Zeise fand die Verbindung zusammengesetzt nach der Formel: $C_2H_{10}O + PtCl_2$, und wäre also Platinchlorid, verbunden mit Mesityloxyd, oder dem Acetonäther, d. h. Aceton minus 1 At. Wasser.

Bei der Entstehung des Acechlorplatins bildet sich hauptsächlich ein harzartiger Körper, den Zeise Platinharz genannt, aber noch nicht vollständig untersucht hat. (vgl. Zeise im Journ. f. pr. Chem. B. XX. p. 193.) M.

Aceplatinoxydul. Wird Acechlorplatin mit Wasser gekocht, so bildet sich ein schwarzer, pulverförmiger Körper, welcher dem Absatz aus dem brennbaren Platinchlorür und Alkohol nicht unähnlich ist. Er beträgt ungefähr 58,5 pCt. vom angewendeten Acechlorplatin, und enthält 92 pCt. Platin. (vgl. Zeise a. a. O.) M.

Acetal, Sauerstoffäther, basisch essigsäures Aethyloxyd, Aldehydäther. $C_{16}H_{26}O_6 = 59,72 C \ 10,97 H \ 29,31 O = 3(C_4H_{10}O) + C_4H_6O_3$ drei Atome Aethyloxyd mit einem Atom Essigsäure verbunden Ac_3A . Döbereiner entdeckte diese Verbindung und legte ihr den Namen Sauerstoffäther bei, (Pogg. Ann. XXIV. 603.) Liebig analysirte sie, (ibid. XXVII. 605.) und nannte sie Acetal von Acetum und Alkohol.

Darstellung (nach Döbereiner). In ein flaches Gefäss giesst man Alkohol von 60—80 pCt., und bringt einige Linien darüber mehrere Uhrgläser mit Platinschwarz, welches schwach mit Wasser befeuchtet wird. Die Gefässe stellt man auf eine grosse Schale und bedeckt die erstern mit einer tubulirten Glocke, welche auf der grössern Schale steht. Der Tubulus wird nicht luftdicht verschlossen. Der Alkoholdampf wird in Gegenwart des Platinschwarzes oxydirt und

in Essigsäure umgewandelt, während ein anderer Theil des Alkohols in Wasser und Aether zerfällt. Dieser vereinigt sich mit der Essigsäure zu der neuen Verbindung, welche sich an den Wänden der Glocke condensirt, und in die grössere Schaafe herabfließt. Luftwechsel muss stets stattfinden, doch nicht so stark, dass der Alkohol sehr verdampfen könnte; nach drei bis vier Wochen hat man hinreichende Mengen von Acetal erhalten, dass es der Reinigung lohnt. Es enthält jetzt noch freie Essigsäure, Wasser und Alkohol. Jene wird durch Destillation über kohlensaure Kalkerde, diese werden durch Berührung mit Chlorcalcium entfernt.

Eigenschaften. Dünnflüssig und farblos wie Aether, von eigenthümlich ätherischem Geruch, spec. Gew. bei $+20^{\circ}$ 0,823; siedet bei $+95^{\circ}$ C. Ist im 6—7fachen Gewicht Wassers auflöslich, mit Aether und Alkohol in allen Verhältnissen mischbar. Mit Kalihydrat und Sauerstoff in Berührung, absorhirt es diesen und bildet ein Harz, welches im Kali aufgelöst bleibt; vielleicht Aldehydharz. Säuren schlagen es nieder. Concentrirte Schwefelsäure schwärzt das Acetal und schlägt einen braunen Stoff zu Boden. Verbindungen sind nicht bekannt. M.

Acetate. Benennung für die essigsauren Salze, von Acidum aceticum. s. unten Essigsäure. M.

Acetometer. Um den Gehalt eines Essigs an reiner Essigsäure zu bestimmen, kann man sich nicht des gewöhnlichen Mittels bedienen, welches man sonst benutzt, um die Stärke einer Säure zu prüfen, nämlich des spec. Gew., indem die Essigsäure sich nicht proportional ihres Wassergehalts ausdehnt. Am besten ist es, dass man ein bestimmtes Gewicht der zu untersuchenden Säure durch eine alkalische Flüssigkeit von bekannter Stärke (kohlensaures Kali, Natron, nach Völker Kalkwasser, nach Otto Ammoniak) vollständig neutralisirt. Um 1 Gramme Essigsäurehydrat zu sättigen, braucht man 1,15 Grammen kohlensaures Kali. (vgl. Otto, Lehrbuch der Essigfabrikation. 1840.) Runge wendet eine gewogene Menge Marmor an, welche er der Einwirkung einer gewogene Menge Essigsäure aussetzt. Alle diese Methoden sind ungenau, weil sie zu gleicher Zeit andere, möglicher Weise im Essig enthaltene Säuren anzeigen. In Fällen, wo es um Genauigkeit zu thun ist, muss man feinere chemische Hilfsmittel zu Rathe ziehen. M.

Aceton syn. mit Essiggeist. s. diesen Art.

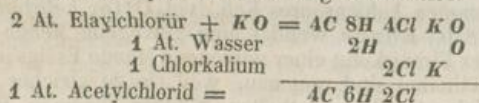
Acetyl, von einigen französischen Chemikern auch Aldehydène genannt, das hypothetische Radical der Essigsäure, welches noch nicht isolirt dargestellt ist, indessen aus C_2H_6 bestehen würde $\frac{1}{2}A$. Atgw. 343,190. Berzelius vermuthet, das Weinöl, welches bei der Bereitung von Aether durch Vermischen des Alkohols mit Schwefelsäure vor der Destillation mit dem zuletzt Uebergehenden vom Aether unter Entwicklung von schwefliger Säure erhalten wird, könne vielleicht dieser Körper seyn. Indessen sind die directen Versuche darüber noch nicht angestellt. Beide Körper sind gleich zusammen-

gesetzt, indessen können sie isomerische Modificationen seyn. Das Acetyl verbindet sich mit Sauerstoff zu der unteracetyligen Säure $= C_4H_6 + O_1 = \frac{1}{2} \dot{A}$, zu der acetyligen Säure $= C_4H_6 + O_2 = \frac{1}{2} \ddot{A}$, zu der Acetylsäure oder Essigsäure $= C_4H_6 + O_3 = \frac{1}{2} \ddot{\ddot{A}}$. Ausserdem vereinigt sich das Acetyl mit den Salzbildern in mehreren Verhältnissen. Der Aldehyd kann betrachtet werden als Verbindung der unteracetyligen Säure mit Wasser.

Acetylige Säure besteht aus $C_4H_6O_2$ oder 1 At. Acetyl und 2 At. Sauerstoff. Ihre Bildung und Eigenschaften s. unter Aldehydsäure.

Acetylbromid, von Regnault entdeckt, entsteht ebenso wie das Chlorid; es ist eine gasförmige Verbindung, welche sich zu einer Flüssigkeit condensiren lässt, die unter 0° kocht und ein spec. Gew. von 1,52 besitzt; sie ist farblos, zwiebelartig riechend. Das spec. Gew. des Gases ist 3,691. Es besteht aus $C_4H_6Br_2$. Wird ein Ueberschuss von Brom hinzugebracht zu der flüssigen Verbindung, so bildet sich ein Superbromid, welches schwerer als Schwefelsäure ist, über 100° kocht, und aus $C_4H_6Br_6$ besteht. Das Ansehn dieses Körpers ist der holländischen Flüssigkeit sehr ähnlich.

Acetylchlorid. Wird das Oel des ölbildenden Gases (Elaychlorür) mit Kali in einer Flasche vermischt, so bildet sich Chlorkalium; nach einigen Stunden versieht man das Gefäss mit einem Gasleitungsrohr, erwärmt es durch warmes Wasser, wobei sich Alkoholdämpfe mit der gasartigen, neuen Verbindung bilden, die durch Schwefelsäure geleitet und so vom Alkohol befreit wird. Bei -17° verdichtet sich das Gas zu einer farblosen, zwiebelähnlich riechenden Flüssigkeit. Sein spec. Gew. ist 2,166. Es besteht aus $C_4H_6Cl_2$, und entsteht aus dem Elaychlorür auf folgende Weise:



Wird das Acetylchlorid der Einwirkung des Chlors ausgesetzt, so nimmt es noch mehr Chlor auf und bildet das Superchlorid $C_4H_6Cl_6$, eine Flüssigkeit von 1,372 spec. Gew. (16°), welche bei 75° siedet, und deren Dampf ein spec. Gew. von 4,60 besitzt. Kali wirkt schwer auf den Körper ein. Man kann das Chlorid und Superchlorid betrachten, als entsprechend der unteracetyligen und der Acetylsäure. Das Chlorid müsste eigentlich Chlorür genannt werden, und die nicht bekannte, der acetyligen Säure entsprechende Verbindung $C_4H_6Cl_4$ würde dann den Namen Chlorid erhalten.

Acetyljodid. Ebenso wie die Chlor- und Bromverbindungen entsteht die, auch von Regnault entdeckte Jodverbindung, welche namentlich dem Bromid sehr gleicht; sie destillirt bei 50° von dem Alkohol ab, mit dem sie gemischt ist, und ist nicht so flüssig wie die

andern Verbindungen. Es glückte Regnault nicht, aus diesen Acetylverbindungen durch Kalium oder durch glühendes Eisen Acetyl abzuscheiden. M.

Acetyloxychlorür. Eine Verbindung, welche durch Einwirkung des Chlors auf Aether entsteht und aus $C_4H_6OCl_2$ besteht, also wie die Essigsäure, in der 2 Aequivalente Sauerstoff durch 2 Aequivalente Chlor vertreten sind. s. u. Aether. M.

Acetyloxyd wird von einigen Chemikern die erste Oxydationsstufe des Acetyls genannt C_4H_6O . Diese ist indessen eine Säure und muss den Namen unteracetylige Säure erhalten. M.

Acetylsäure s. Essigsäure.

Acetylverbindungen. Wenn man das Acetyl als das Radikal der Essigsäure betrachtet, so kann man eine grosse Reihe von Verbindungen als von diesem Radikal abgeleitet ansehen und sie in einer Serie zusammenstellen, welche einer eben so vollkommenen Reihe von Verbindungen des Amids (N, H_4) entsprechen würde. Die Verbindungen, welche Liebig auf diese Weise dem Acetyl unterordnet, sind folgende, mit ihren correspondirenden Amidverbindungen:

Acetylverbindungen.	Amidverbindungen.
Acetyl = C_4H_6 = Ac.	Amid = N_2H_4 = Ad.
Ac H_2 = ölbild. Gas.	Ad H_2 = Ammoniak.
Ac H_4 = Aethyl.	Ad H_4 = Ammonium.
Ac H_4O = Aether.	Ad H_4O = Amonium-oxvd.
Ac H_4Cl_2 = Chloräthyl.	Ad H_4Cl_2 = Chlorammonium.
Ac H_4Br_2 = Bromäthyl.	Ad H_4Br_2 = Bromammonium.
Ac H_4J_2 = Jodäthyl.	Ad H_4J_2 = Jodammonium.
Ac $H_4O + 1$ At. Säure = Äthyloxydsalze.	Ad $H_4O + 1$ At. Säure = Ammoniumoxydsalze.
Ac $H_4O + H_2O$ = Alkohol.	Ad $H_4O + H_2O$ = im schwefels. Amm. enth.
Ac $H_4S + H_2S$ = Mercapfan.	Ad $H_4S + H_2S$ = schwefelwasserstoffs. Schwefelammonium.
Ac $H_4O + 2CS_2$ = Xanthogensäure.	Ad $H_4S + CS_2$ = Schwefelkohlenstoff, Schwefelammonium.
Ac Pt + Pt Cl_2 = Zeise's saure Platinverbindung.	Ad Hg + Hg Cl_2 = weisser Präcipitat.
Ac 2Pt Cl_2 + Cl_2K = dieselbe mit Chlorkalium.	Ad Pt Cl_2 + Ad H_4O = die Basis des Gros'schen Platinsalzes.

Acetylverbindungen.	Amidverbindungen.
Ac H ₂ = Acetylhydrür (ölbild. Gas).	Ad H ₂ = Amidhydrür (Ammoniak).
Ac H ₂ + 2SO ₃ = Sulfacetylsäure (Regnault).	Ad H ₂ + SO ₃ = Rose's wasserfr. schwefels. Ammoniak.
Ac O = Acetyloxyd (unteracetylige Säure).	
Ac Cl ₂ = Acetylchlorid (Chlorure d'Aldehydène).	
Ac Br ₂ = Acetylbromid.	
Ac O + H ₂ O = Acetyloxydhydrat (Aldehyd).	
Ac Cl ₂ + H ₂ Cl ₂ = Chlorwasserstoffsäures Chloracetyl (Holländ. Flüssigkeit).	
Ac Br ₂ + H ₂ Br ₂ = Bromwasserstoffsäures Bromacetyl.	
Ac Cl ₂ + Pt ₂ Cl ₂ = Platinchlorid + Acetylchlorid (Zeise's Verbindung.)	
	Ad + CO = Carbamid.
	2Ad + 2CO = Harnstoff.
	Ad + 2CO = Oxamid.
Ac + Bz = Cinnamylwasserstoff.	Ad + Bz = Benzamid.
Ac Bz + N ₂ O ₅ + Aq = salpeters. Cinnamylwasserstoff.	Ad Bz + C ₄ H ₂ O ₃ + Aq = Hippursäure.
Ac H ₄ O + 2C ₂ O ₃ = Aetheroxalsäure.	
Ac H ₄ Ad + 2C ₂ O ₃ = Oxamethan.	
Ac O + O = Aldehydsäure.	
Ac O + O ₂ = Essigsäure.	
Ac O + Cl ₄	} Malaguti's Verbindungen.
Ac O + Cl ₂	
Ac O + S ₂	
Ac Cl ₂ + Cl ₄ = Acetylsuperchlorid von Regnault.	

Verbindungen, in denen das Chlor den Wasserstoff des Acetyls substituirt hat.	Substitution des Wasserstoffs im Amid.
C ₄ H ₅ O + H ₂ O = Aldehyd.	N ₂ H ₄ = Amid.
C ₄ Cl ₅ O + H ₂ O = Chloral.	N ₂ O ₂ = Stickstoffoxyd.
C ₄ H ₅ O ₃ + H ₂ O = Essigsäure.	N ₂ C ₂ = Cyan.
C ₄ Cl ₆ O ₃ + H ₂ O = Chloressigsäure.	N ₂ S ₂ S = Schwefelstickstoff. (Soubeiran) etc.
C ₄ H ₅ + H ₂ = ölbild. Gas.	
C ₄ Cl ₆ + Cl ₂ = zweifach Chlorkohlenstoff.	
C ₄ Cl ₆ + Cl ₆ = Kohlensuperchlorid, der wasserfr. Essigsäure entsprechend.	
C ₄ Cl ₆ + BzCl ₂ = Chlorocinnose. (Dumas) etc.	

Kane war der erste, welcher versucht hat, den Aether als eine Acetylverbindung darzustellen. Malaguti betrachtete ihn als eine Vereinigung von 4 At. Wasserstoff mit 1 At. Acetyloxyd.

Man darf keinesweges annehmen, dass die angeführten Formeln in der That der richtige Ausdruck sind für die damit bezeichneten Verbindungen; vielmehr darf man sie meistens für nichts anderes halten, als eine Art und Weise, wie man sich ihren Zusammenhang mit andern Stoffen vorstellen kann. (vgl. Liebig: Organ. Chemie. Bd. 1. Acetyl.)

Acidität ist 1) die Kraft einer Säure, als solche zu wirken; (Gilb. Ann. IX. 311.) in diesem Sinne steht die Alkalität entgegen. 2) die Eigenschaft eines Stoffes, in einer chemischen Verbindung sich wie eine Säure zu verhalten; dann ist Basicität der Gegensatz. A.

Acidimetrie ist der Inbegriff derjenigen Methoden, durch welche der wahre Säuregehalt einer wässerigen Säure ermittelt werden kann, ohne eine chemische Analyse vorzunehmen. Die Untersuchung des specifischen Gewichts oder der Lichtbrechung kann dazu benutzt werden. Auch die Sättigung eines abgemessenen Quantums der zu prüfenden Flüssigkeiten mit alkalischen Substanzen (z. B. mit Barytwasser), kann noch hierher gerechnet werden. vgl. Acetometer. A.

Aclastisch s. Aklastisch.

Aclinisch s. Aklinisch.

Aconitäther. Die Verbindung, welche von Crasso und von mir gleichzeitig aufgefunden worden ist, entsteht, wenn man künstliche oder natürliche Aconitsäure mit dem 5—8fachen Alkohol und dem doppelten Gewicht Schwefelsäure kocht, aber nicht zu anhaltend, indem der Aether sonst in einen neuen, den Itaconäther (Brenzaconitäther) umgewandelt wird. Man kann ihn auch aus der Citronensäure unmittelbar erhalten, welche durch anhaltendes Erhitzen in Aconitsäure überzugehen vermag. Wenn noch Citronensäure dabei sein sollte, so kann man, um die Citronensäure nicht auch zu ätherificiren, die Säure in Alkohol lösen (5 Th.), und so lange salzsaures Gas hineinleiten, als noch eine Absorption stattfindet. Die Citronensäure wird dadurch nicht verändert. Der neue, durch Wasser abgeschiedene Aether ist ölig, farblos, von gewürzhaftem, dem Calmus ähnlichen Geruch, bitterem, ekelerregendem Geschmack. Spec. Gew. 1,074 bei 14°; Siedepunkt 236°, kann nicht unzersetzt destillirt werden. Die Zusammensetzung der Verbindung ist von Crasso und mir übereinstimmend gefunden worden: $C_8H_{12}O_4$ oder $C_4H_2O_3 + C_4H_6O$. Durch Kali wird er in Alkohol und aconit-saures Kali zerlegt. (Journ. f. prakt. Chemie. Bd. XX. 318. 325.) M.

Aconitin. Pflanzenbasis, welche in den Species von Aconitum, namentlich in Aconitum Napellus vorkommt. Von Hesse entdeckt. (Geiger Pharmacie Bd. I. p. 1013.) Zusammensetzung nicht bekannt.

Darstellung. Die einfachste Darstellungsart ist von Th. Morson angegeben worden; das alkoholische Extract der trocknen Wurzel wird mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, um das fette Oel abzuscheiden, und zu der klären Lösung setzt man einen Ueberschuss von Ammoniak. Das Aconitin fällt nieder, und braucht nur durch Umkrystallisiren in Aether und Reinigen durch Thierkohle von fremden Stoffen befreit zu werden. (Journ. f. p. Chem. XII. p. 275; siehe dort auch eine andere gute Methode von Berthemot.) Aus dem Samen kann es auf ähnliche Weise erhalten werden.

Eigenschaften. Es ist eine ziemlich starke Pflanzenbasis mit stark alkalischer Reaction. In reinem Zustande krystallisirt es, und die Unfähigkeit, Krystalle zu bilden, scheint immer Beimengung fremder Bestandtheile anzudeuten. Es ist leicht löslich in Alkohol und Aether, wenig in Wasser; besitzt einen sehr scharfen Geschmack; es ist außerordentlich giftig, und erweitert, in die Pupille gebracht, dieselbe. Es ist luftbeständig, schmilzt leicht, lässt sich aber nicht unverändert

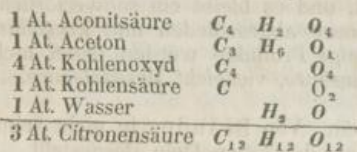
verflüchtigen. Rauchende Salpetersäure löst es ohne Färbung auf; Schwefelsäure färbt es Anfangs gelb, dann schmutzig violett.

Verbindungen. Säuren bilden damit Salze, welche nicht krystallisirbar zu sein scheinen, sie schmecken scharf und bitter, und wirken sehr giftig. Sie sind leicht in Wasser und Weingeist löslich; werden durch Alkalien weiss gefällt. Jodtinctur verdickt die verdünnten Lösungen mit Kermesfarbe; Chlorgold bewirkt anfangs eine weissliche Trübung, welche sich nach und nach in einen körnigen Niederschlag verwandelt; Platinchlorid erzeugt keine Fällung; Eichengerbsäure schlägt weisse Flocken nieder. M.

Aconitsäure. Peschier und Bennerscheidt haben in dem Aconitum Napellus eine eigenthümliche Säure entdeckt, an deren Eigenthümlichkeit die Chemiker früher gezweifelt haben. Buchner d. J. hat sie einer sorgfältigen Prüfung unterworfen, aus der hervorgeht, dass sie in der That eine besondere Säure sey. (Buchner's Rep. XIII. p. 145.) Die Zusammensetzung der Verbindung bestimmt er zu $C_4H_4O_3 + H$, was auch durch Dahström bestätigt ist. Es ist diess dieselbe Zusammensetzung, welche die Brenzäpfelsäure (Maleinsäure und Paramaleinsäure) und endlich welche die Equisetsäure besitzen. Es sind jedoch alle vier Säuren von einander verschieden. Von der Maleinsäure unterscheidet sie sich, obwohl beide die Neigung haben, an den Wänden des Gefässes hinauf zu kriechen, durch die Bestimmtheit der prismatischen Krystalle der Maleinsäure; von der Paramaleinsäure durch die Schwerlöslichkeit dieser im Wasser, und von beiden durch den Geschmack. Am entschiedensten tritt indessen die Verschiedenheit in ihrem Verhalten gegen die Wärme auf. Die Maleinsäuren lassen sich unverändert destilliren, die Aconitsäure wird indessen zersetzt und bildet eine neue Säure, die Brenzaconitsäure oder Crasso's Itaconsäure (Baup's Citricisäure). Von der Equisetsäure unterscheidet sich die Aconitsäure durch ihr Verhalten gegen Ammoniak. Regnault fand, dass das equisetsaure Salz gar nicht krystallisire, Buchner hingegen, dass das aconitsaure ziemlich leicht anschiesse. Pelouze fand das maleinsaure Ammoniak gleichfalls leicht krystallisirbar.

Es kann indessen eine Säure künstlich erhalten werden, welche nicht nur die Zusammensetzung, sondern auch völlig die Eigenschaften der Aconitsäure zeigt, und zwar aus der Citronensäure. Berzelius hat schon früher gezeigt, dass die citronensauren Salze bei erhöhter Temperatur ein Gemenge von citronensaurem und einem andern darstellen, dessen Säure $C_4H_4O_3$ sein müsse, denn indem z. B. 3 At. citronensaures Natron 1 At. Wasser verlieren, verwandeln sie sich folgendermassen: $3C_4H_4O_4 + 3NO - H_2O = 2C_4H_4O_3 + 2NO + C_4H_4O_4 + NO$. Um die ganze Quantität der Citronensäure in Aconitsäure umzuändern, sättigt man sie nach Berzelius durch Natron, fällt das Salz durch salpetersaures Silberoxyd, und erwärmt Flüssigkeit und Niederschlag bis zu 60°, bringt das unlösliche Silbersalz in wasserfreien Alkohol und zerlegt es durch Schwefelsäure (nach meinen Versuchen gelingt es auch durch Schwefelwasserstoff); der Alkohol wird von der filtrirten Flüssigkeit abdestillirt, die zurückbleibende Säure mit Natron gesättigt, das Salz zur Trockne verdunstet

und mit Alkohol von 0,833 gekocht, worin sich das aconitsaure Salz löst, und das citronensaure ungelöst zurückbleibt, welches sodann auf dieselbe Weise verwandelt werden kann. (Berz. Jahresbericht XIX. p. 401.) Dieselbe Säure erhält man viel leichter durch die Destillation der Citronensäure. Baup's Acide citridique (Ann. de Pharm. XIX. Hft. I.), welche durch Destillation der Citronensäure dargestellt wird, stimmt völlig mit der Aconitsäure überein. Am ausführlichsten sind die dabei stattfindenden Verhältnisse von Crasso untersucht worden. (Journ. f. pract. Chem. Bd. XX. p. 322.) Die Citronensäure wird in einer Retorte rasch erhitzt, wobei sich Aceton, Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasser entwickeln. Der Rückstand in der Retorte wird mit Aether ausgezogen welche nach der Verdunstung die Aconitsäure als eine farblose, warzig-körnige Masse zurücklässt. Der Vorgang dieser Reaction ergibt sich aus folgendem Schema:



Die Aconitsäure, sey sie künstlich oder aus dem Aconitum Napellus dargestellt, bildet eine in Wasser, Aether und Alkohol auflöslliche Masse, welche bei der Krystallisation nicht in deutlicher Form, sondern nur in warzenähnlicher Zusammenhäufung oder in Rinden erhalten werden kann. Sie ist geruchlos, von rein saurem Geschmack, und an der Luft unveränderlich. In der Wärme schmilzt sie unverändert, weiter erhitzt bildet sie eine neue Säure (die Brenzaconitsäure, Crasso's Itaconsäure, und Baup's Citricisäure), ein empyreumatisches Oel, und eine pechartige, schwarze Masse, welche bei weiterer Erhitzung eine voluminöse Kohle zurücklässt. Die Salze der Aconitsäure sind zusammengesetzt nach der Formel $C_4H_2O_4 + RO$. Mit einigen Metalloxyden bildet sie saure, nicht krystallisirbare, sondern zu zähen, durchsichtigen Massen eintrocknende Salze; namentlich findet diess bei den Alkalien Statt. Das Kalisalz trocknet schwierig zu einer gummiähnlichen Masse ein; das Natronsalz ist leichtlöslich in Wasser, und bildet eine körnig-krystallinische Rinde, welche nur in sehr trockener Luft erhärtet. Das Ammoniaksalz gleicht dem Kalisalz, krystallisirt unregelmässig mit einem Ueberschuss von Säure. Das Barytsalz, welches 2 At. Wasser enthält, fällt als ein gallertartiger Niederschlag zu Boden, der sich nach Buchner nach einiger Zeit in krystallinische Blättchen verwandelt, was Crasso nicht fand. Buchner hält diese Eigenschaft für ein gutes Unterscheidungszeichen zwischen Maleinsäure, Citronensäure und Aconitsäure. Der maleinsäure Baryt fällt käsig nieder, und der citronensaure bleibt gallertartig. Bei 110° verliert das Salz das Wasser, und erträgt 200° ohne Veränderung. Das Kalksalz ist etwas löslich in Wasser, und setzt sich aus dem Gemisch von aconitsaurem Kali und Chlorcalcium nach einiger Zeit in wasserklaren Prismen ab. Talkerde- und Zinkoxydsalze werden durch die aconitsauren Alkalien nicht gefällt. Das Eisenoxydsalz bildet einen rothen, dem bernsteinsäuren Salze ähnlichen Niederschlag. Das

Bleioxydsalz fällt farblos flockig nieder, ohne, wie das maleinsaure krystallinisch zu werden. Es enthält 1 At. Wasser, welches bei 140° entweicht. Das Kupferoxydsalz, durch Auflösen des kohlen-sauren Salzes in der freien Säure erhalten, bildet blaugrüne, unregelmässige, schwerlösliche Krystalle. Beim Kochen verwandelt sich die Säure in eine neue, indem Kupferoxydul niederfällt. Das Quecksilberoxydulsalz wie das des Quecksilberoxyds bildet einen weissen, feinkörnigen Niederschlag. Das Silberoxydsalz wird aus dem salpetersauren Silberoxyd nicht durch die Säure, wohl aber durch die auflöselichen Salze gefällt, und bildet dann eine weisse, pulverförmige, im Wasser nicht ganz unauflösliche Masse, und nicht, wie das maleinsaure Salz, glänzende Krystalle. Bis 150° kann es unverändert erhitzt werden, darüber zerlegt es sich mit einer Art von Detonation, wobei es blumenkohlähnlich auswächst. Beim Kochen mit Wasser wird Silberoxyd reducirt, und es bleibt ein schwerlösliches Silberoxydsalz aufgelöst, dessen Säure abgeschieden und krystallisirt erhalten werden kann. Gasförmige Produkte werden dabei nicht gebildet. Die Säure ist nicht Weinsäure, vielleicht Mesoxalsäure. M.

Acrol, Acrolein. Von Brandes in nicht reiner Form aus den Destillationsprodukten der fetten Oele dargestellt. Es besitzt einen scharfen, stechenden Geruch, welcher durch Ammoniak verschwindet, und durch Säuren dann wieder hervorgerufen werden kann. Berzelius glaubt es für eine aldehydähnliche Substanz halten zu müssen. (Berz. Lehrb. 3. Lief. VIII. p. 657.) vgl. Art. Destillationsprodukte fetter Oele. M.

Acronyctisch s. Akronyktisch.

Actinometer s. Aktinometer.

Actinot, Strahlstein, eine Art Hornblende.

Actio in distans ist die Einwirkung eines Körpers auf einen von ihm räumlich getrennten ohne Hinüberbewegung des Stoffes selbst und auch ohne Fortpflanzung der Wirkung durch irgend ein zwischenliegendes Medium. Die Metaphysiker haben vielfältig an der Möglichkeit der actio in distans gezweifelt. Die Physiker sind genöthigt, sie in den Fällen anzunehmen, wo sich das Gegentheil durch Erfahrung nicht nachweisen lässt. Die Wirkung des Schalls, des Lichts, der Wärme kann nach dem gegenwärtigen Stande der Physik nicht mehr als actio in distans angesehen werden. Die Gravitation wird indess gewöhnlich auch jetzt noch als eine solche betrachtet. Kant in seinen Anfangsgründen der metaphysischen Naturwissensch. (Absch. II. Lehrs. 7.) erklärt die aller Materie wesentliche Anziehung für eine unmittelbare Wirkung derselben durch den leeren Raum. Den Geruch eines nicht verdunstenden Metalls, des Zinks, Eisens (Gilb. Ann. XXIII. S. 228.) als actio in distans zu betrachten, würde dem gegenwärtigen Zustande der Chemie nicht angemessen sein. A.

Acustik s. Schall.

Addition, harmonische. Man versteht darunter die Berechnung der Tonstufe, um welche man im Ganzen auf- (oder ab-) gestiegen ist, wenn man nach einander um zwei oder mehrere Tonstufen auf- (oder ab-) steigt. Sie besteht in einer Multiplication der entsprechenden Glieder der Zahlenverhältnisse jener Stufen. Z. B. die grosse Terz $c - e$, deren Schwingungszahlen sich wie $4 : 5$ verhalten, und die kleine Terz $e - g$, mit dem Verhältniss $5 : 6$ geben addirt die Quinte $c - g$ mit dem Verhältniss $4 \times 5 : 5 \times 6 = 2 : 3$. Durch Addition der Quinte $c - g$, $2 : 3$, und der grossen Terze $g - h$, $4 : 5$, erhält man für die grosse Septime $c - h$ das Verhältniss $2 \times 4 : 3 \times 5 = 8 : 15$. S.

Adhäsion. Man bezeichnet mit diesem Namen eine Aeussung der Anziehungskräfte zwischen den Theilen materieller Körper, ohne dass indessen die Physiker darüber einig sind, welche Phänomene unter den Begriff der Adhäsion oder den der Cohäsion gebracht werden sollen. Sehr viele Naturforscher bezeichnen mit Adhäsion das Streben nach Zusammenhang bei ungleichen Körpern, mit Cohäsion dagegen die Wirkung der Anziehung zwischen den Theilen gleichartiger Körper. Wenn man indessen das Ganze der Erscheinungen betrachtet, so scheint es zweckmässiger, unter Cohäsion den Zusammenhang fester Körper, wenn sie ein einiges Ganze bilden und eben so den der Theile desselben flüssigen Körpers zu verstehen, mit Adhäsion dagegen das Anhängen der Körper an einander zu bezeichnen, mögen nun feste Körper blos an einander liegen oder mögen sie von Flüssigkeiten benetzt werden. Dieses ist der Sprachgebrauch, welcher besonders von Thomas Young empfohlen ist, und die meisten Physiker sind ihm darin gefolgt. Neuerdings hat indessen Frankenheim, welchem wir eine ausführliche Arbeit über alle hierher gehörigen Erscheinungen verdanken, für die Verhältnisse flüssiger Körper andere Bezeichnungen vorgeschlagen. Betrachtet man die Anziehung eines festen Körpers zu einem flüssigen, so empfiehlt er den Ausdruck *Prosaphie*, dagegen für die Anziehung zwischen den Theilen einer homogenen Flüssigkeit den Ausdruck *Synaphie*. (Frankenheim: Cohäsion. Breslau. 1835. 8. S. 61.)

Die Adhäsion fester Körper an flüssigen lässt sich vorzüglich auf zwei Arten bestimmen: 1) dadurch, dass man eine ebene Platte mit der Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung bringt und das zum Losreissen erforderliche Gewicht aufsucht; 2) dadurch, dass man das Verhalten der Flüssigkeit in engen Röhren betrachtet. Da die letztere Klasse von Erscheinungen unter dem Artikel *Haarröhren* ausführlicher betrachtet wird, so sollen hier nur die Gesetze mitgetheilt werden, welche mittelst der Adhäsionsplatten gefunden sind.

Man nehme eine hinreichend empfindliche Waage und hänge mittelst dreier Fäden an den einen Arm derselben eine ebene Platte von Glas oder Metall, so dass ihre untere Fläche genau horizontal ist. Sind in die andere Schaale so viel Gewichte gelegt, dass der Balken äquilibrirt ist, so bringe man unter die Platte ein Gefäss mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit und setze jene mit der Oberfläche der letztern in Berührung. Man lege nach und nach Gewichte in die andere Schaale; diese können einen ziemlich bedeutenden Werth erlangen, ehe die Platte von der Flüssigkeit losgerissen

wird; geschieht dieses aber, so bleibt an der Platte eine kleine Flüssigkeitsmenge hängen, deren Masse aber weit geringer ist, als man nach den zum Losreissen erforderlichen Gewichten vermuthen sollte. In diesem Falle wird die Platte von der zunächstliegenden Schicht der Flüssigkeit, diese von der folgenden u. s. w. angezogen und so wird jene mit einer Kraft festgehalten, deren Grösse durch die zum Losreissen erforderlichen Gewichte gemessen wird; ist aber die Trennung der Platte erfolgt, so bleibt an dieser nur nahe derjenige Theil der Flüssigkeit hängen, welcher unmittelbar von ihr angezogen wird, und so ist sein Gewicht weit kleiner als das zum Losreissen erforderliche.

Bei Verfolgung dieser Erscheinungen müssen wir zwei besondere Fälle unterscheiden, denjenigen nämlich, wo die Platte von der Flüssigkeit benetzt wird und eine geringe Menge, welche auf sie gebracht wird, in Gestalt einer dünnen Schicht sich ausbreitet, wie z. B. Wasser auf einer reinen Glasplatte, Quecksilber auf Zinn oder Gold; und den Fall, wo keine Benetzung stattfindet und eine geringe Menge der Flüssigkeit die Gestalt eines sphärischen Tropfens annimmt, wie z. B. Wasser auf einer fettigen, oder Quecksilber auf einer reinen Glasplatte. Aeltere Physiker hatten häufig die Ansicht, dass in dem ersteren Falle eine Anziehung, im zweiten aber eine Abstossung zwischen dem festen und flüssigen Körper wirksam wäre, indessen haben genauere Versuche gelehrt, dass in beiden anziehende Kräfte wirksam wären. Betrachten wir nämlich die Erscheinungen der Adhäsionsplatten genauer, so wirken hier die Kräfte der Prosaphie und Synaphie zugleich. Ist nun erstere grösser als die zweite, so breitet sich die Flüssigkeit auf der ganzen Oberfläche aus und benetzt letztere; so wie dagegen die Theile der Flüssigkeit sich stärker anziehen, als sie von der Platte angezogen werden, so findet keine Benetzung, sondern Tropfenbildung statt.

Wenden wir bei derselben Flüssigkeit Platten von einerlei Beschaffenheit aber ungleichen Dimensionen an, so ergeben die Versuche, dass nur der Durchmesser der Platten von Einfluss ist, indem das zum Losreissen erforderliche Gewicht im geraden Verhältnisse der Berührungsfläche steht, dagegen ist die Dicke der Platte völlig einflusslos und daher verwandelt der dünnste Ueberzug von Fett eine reine Platte von Glas oder Metall in einen ganz andern Körper. Diese Thatsache zeigt aber, dass die hiebei thätigen Kräfte nur bis zu einer sehr geringen Weite wirksam sind.

So einfach die Versuche mit Adhäsionsplatten auch zu sein scheinen, so sind doch mancherlei Vorsichtsmaassregeln erforderlich, wenn die Messungen brauchbare Resultate geben sollen. Die Berührung muss so innig als möglich sein, da aber die Benetzung selten sogleich vollständig erfolgt, so ist es gut die Platte zuerst mit der zu prüfenden Flüssigkeit auf ihrer ganzen untern Fläche zu benetzen und dann sogleich den Versuch zu machen. Vor dieser Benetzung aber müssen die Platten gehörig gereinigt sein, damit geringe Mengen einer Flüssigkeit, die von einem früheren Versuche übrig sein können, keine Störung hervorbringen. Desshalb muss man, je nach der Beschaffenheit der letzteren, chemische Mittel anwenden und dann ein mehrfaches Reinspülen mit der zu untersuchenden Flüssigkeit vornehmen.

Eben so darf die Platte nicht zu nahe an den Rändern oder dem Boden des Gefässes hängen, weil hier Störungen dadurch entstehen, dass der Zusammenhang zwischen den Theilen der Flüssigkeit nahe am Rande anders ist, als in der Mitte. Aus demselben Grunde dürfen auch keine Blasen unten an der Platte sein. Ist dieses der Fall, so sollte man eine geringere Adhäsion als bei vollständiger Benetzung erwarten, während die Erfahrung das Gegentheil zeigt. Theils rührt diese Vergrößerung der Kraft davon her, dass am Rande der Blase die Theile der Flüssigkeit stärker zusammenhängen, theils aber wirkt hiebei der Luftdruck. Denn wenn durch schwaches Heben der Platte die Luft der Blase verdünnt wird, so drückt die Atmosphäre Platte und Flüssigkeit gegen einander und vergrößert so das zum Losreißen erforderliche Gewicht. Um diese Blasen zu vermindern, ist es nach Frankenheim am bequemsten, die Platte zuerst in der Nähe des Randes mit der Flüssigkeit in Berührung zu bringen; dann verbreitet sich letztere schnell über die Platte und verdrängt die Blasen. Weichen diese auch jetzt noch nicht, so ist dieses ein Beweis, dass die Oberflächen nicht rein waren.

Macht man nun die Versuche mit Platten, welche von Flüssigkeiten benetzt werden, so hat die Beschaffenheit jener bei einerlei Fluidum keinen Einfluss auf die Grösse des zum Losreißen erforderlichen Gewichtes; ein hinreichender Beweis, dass es vorzugsweise die Cohäsion zwischen den Theilen der Flüssigkeit selbst ist, welche bei diesem Vorgange eine Rolle spielt. Im Allgemeinen ist dieser Zusammenhang bei Wasser grösser als bei Oelen, und bei Säuren desto bedeutender, je mehr sie verdünnt sind. Ueber die Beschaffenheit dieses Werthes s. Haarröhrchen.

Der Werth der Adhäsion wird besonders durch die Wärme abgeändert. Schon Achar d zeigte, dass eine Platte vom Wasser desto leichter losgerissen würde, je höher die Temperatur des letzteren wäre (Mém. de Berlin. 1776. p. 149), jedoch sind seine Versuche nicht genügend, um daraus ein allgemeines Gesetz herzuleiten. Eben so haben Link und Frankenheim in der Folge Messungen über die Aenderung der Adhäsion durch Temperatur gemacht, ohne dass sie zu einem scharfen Resultate kommen konnten. Nur so viel scheint bis jetzt gewiss, dass mit der Erwärmung sowohl die Adhäsion als die Cohäsion kleiner werden, jedoch nimmt erstere weit schneller ab als die letztere. Daher geschieht es, dass Flüssigkeiten auf solchen heissen Körpern, welche von ihnen in niederen Temperaturen benetzt werden, Tropfen bilden. So zieht sich ein Tropfen Wasser, Talg, Wachs, Oel, geschmolzener Borax etc., der sonst an einem Metalldrahte hängen bleibt, selbst der Schwere entgegen von der erhitzten Stelle des Drahtes zurück. Man hat diese Thatsache, welche zuerst von Libri hervorgehoben wurde, öfter aus einer Abstossung der heissen Stelle hergeleitet, ich glaube jedoch, dass er nur eine Folge der Differenz der Adhäsion bei verschiedenen Wärmegraden ist. Es sei a die Grösse dieser Kraft bei gewöhnlicher Temperatur und der Draht werde horizontal gehalten, so ist a auf beiden Seiten des Tropfens gleich, er bleibt also in Ruhe. Bei der Erhitzung geht a in $\frac{1}{n}a$ über, wo $\frac{1}{n}$ ein echter Bruch ist; der Tropfen wird nach der

einen Seite mit der Kraft a , nach der andern mit $\frac{1}{n} a$ gezogen und er bewegt sich also mit dem Unterschiede $(1 - \frac{1}{n})a$ nach der kälteren Seite, und wenn diese Differenz hinreichend gross ist, so kann es geschehen, dass der Tropfen den Gesetzen der Schwere entgegen an dem schief gehaltenen Drahte aufsteigt. Zu diesem Versuche von Libri kann man noch nach Berzelius einen andern hinzufügen, welcher oft bei Löthrohrversuchen beobachtet wird, wenn man an das Ende eines Platindrahtes eine Kugel eines geschmolzenen Flusses befestigt, welche zurückspringt, wenn der Draht unter derselben in die Flamme gehalten wird und nicht völlig wieder auf die erhitzte Stelle zurückkommt, selbst wenn der Draht vertical gehalten wird.

Eine Thatsache, welche jedoch noch nicht vollständig erklärt ist, scheint sich aus diesem Verhalten zu ergeben, nämlich der nach Leidenfrost benannte Versuch. Wird eine Flüssigkeit wie Wasser, Aether u. s. w. in ein Metall- oder Glasgefäss gegossen und dann langsam erwärmt, so zeigt sich eine starke Adhäsion der Flüssigkeit, diese kommt ins Sieden und verdunstet sehr schnell. Bringen wir dagegen das Gefäss zum Glühen, tröpfeln dann kleine Mengen der Flüssigkeit darauf, so bilden diese sphärische Tropfen, welche desto mehr Kugelgestalt haben, je höher die Temperatur des Gefässes ist, in der Regel eine grosse Drehungsgeschwindigkeit haben und sich erst dann mit Lebhaftigkeit in Dämpfe verwandeln, wenn das vom Feuer genommene Gefäss hinreichend erkaltet ist.

Fast alle Flüssigkeiten, mit denen bisher Versuche gemacht sind, zeigen diese Thatsache; selbst feste Körper, wie Schwefel und Eis, schmelzen auf dem heissen Metalle zu einem Tropfen. Alkohol, Aether, Terpenthinöl, Schwefel entzünden sich zuweilen und setzen ihr Spiel unter den Flammen fort. Nur bei Baumöl und andern fetten Oelen konnte Frankenheim die Erscheinung nicht sehen; sie zerflossen und siedeten. Auf rauhen Körpern gelingt der Versuch weniger gut als auf glatten. Nach Leidenfrost wirkt auch geschmolzenes Blei sehr gut auf Wasser, Silber dagegen sehr schwer, geschmolzenes Kupfer gar nicht. Am besten folgt man nach Frankenheim dem Gange der Erscheinung bei Aether und Weingeist auf Quecksilber. Ist letzteres kalt oder übersteigt seine Temperatur nicht bedeutend die des siedenden Wassers, so breitet sich der Aethertropfen stark auf der Metallfläche aus und wird, wenn das Quecksilber rein ist, durch sein Sieden nicht darin gestört. Bei etwas höherer Temperatur überwiegt das Sieden, indem der Aether schnell in Dampf verwandelt wird. Dieses Sieden dauert auch noch bei höherer Temperatur fort, es ist aber verschieden von dem, welches man bei allmählicher Erwärmung des Aethers wahrnimmt. Es besteht nicht in dem Aufsteigen von Dampfblasen durch die Flüssigkeit, sondern der Tropfen zerfällt mit Explosion in eine Menge von Kügelchen, die, wenn sie sehr klein sind, sich eine Zeitlang auf dem Quecksilber erhalten. Je höher die Temperatur steigt, desto grösser sind die Kugeln, und bei 120° verhält sich der Aether auf dem Quecksilber ganz wie Wasser auf glühendem Metall. Eben so breitet sich Quecksilber in hohen Temperaturen nicht auf dem Silber aus, sondern behält seine Kugelgestalt; erst bei

der Erkaltung bleibt der Tropfen ruhig, amalgamirt sich mit dem Silber, und während das Quecksilber fortdauernd verdampft, zieht sich das Silber an ihm herauf, macht es halbflüssig und endlich bleibt ein kugelförmiges, poröses Amalgam zurück, welches einen weit kleineren Raum einnimmt, als der Quecksilbertropfen.

Verschiedene Physiker glauben, dass chemische Processe, namentlich Zersetzungen der Flüssigkeiten, Ursache dieses Verhaltens seien. Namentlich glaubt Lichtenberg, das Wasser werde auf den rothglühenden Eisenplatten, mit denen man gewöhnlich den Versuch mache, zersetzt; da jedoch der Versuch auf Platin und Glas ebenfalls gelingt, so wird dadurch das Unrichtige dieser Ansicht erwiesen. Unstreitig aber ist die Tropfenbildung der wichtigste Umstand bei diesem Vorgange, und in dieser Hinsicht sind besonders die Versuche von Rumford von Wichtigkeit. Wird ein silberner Löffel inwendig mit Lampenruss geschwärzt, so nimmt eine geringe Menge Wasser in ihm Kugelgestalt an und er kann stark erhitzt werden, ohne dass letzteres zum Sieden kommt. So ist auch bei dem Versuche Leidenfrost's die Adhäsion so vermindert, dass die Flüssigkeit Kugelgestalt erhält, und da sie nun den heissen Körper nur in wenigen Punkten berührt, so wird sie auch nur langsam erwärmt. Thermometrische Messungen von Chevalier, Döbereiner, Laurent und Anderen zeigen auch, dass die Temperatur eines solchen rotirenden Wassertropfens nur etwa die des siedenden Wassers sei. Wird dagegen das Gefäss erkaltet und tritt endlich eine Temperatur ein, wo es von der Flüssigkeit benetzt wird, so breitet sich diese auf einer grösseren Fläche aus und jetzt wird sie schnell erwärmt und verdunstet mit Heftigkeit.

Vielleicht ist der Mangel des Contactes Ursache einer anderen Erscheinung, welche zuerst von Parkins beobachtet wurde, bisher aber noch weniger genügend erklärt ist. Bei seinen Versuchen mit Dampfmaschinen war ihm ein Kessel gesprungen. Obgleich das Wasser in demselben so stark erhitzt war, dass der Dampf einen Druck von 50 Atmosphären betrug, drang doch kein Wasser durch, so lange der Kessel diese grosse Hitze hatte. Erst als er sich abgekühlt hatte, drang es mit Heftigkeit hervor. Eben so hatte eine Oeffnung von mehr als einer Linie Weite, welche er absichtlich in den Kessel gebohrt hatte, keinen Einfluss auf das Entweichen des Wassers, so lange der Kessel heiss war, und er glaubte desshalb, dass das Wasser von dem heissen Metalle abgestossen würde, eine Ansicht, die jedenfalls unrichtig ist. (Literatur in meinem Lehrbuche der Physik S. 159. und bei Frankenheim, Cohäsion. S. 122 flg.)

Die Erscheinungen der Tropfenbildung auf nicht benetzbaren Körpern sind öfter aus einer Abstossung abgeleitet worden, aber auch in diesem Falle zeigen Versuche mit Adhäsionsplatten noch eine bemerkbare Anziehung. Wird eine polirte Stahlplatte mit Quecksilber in Berührung gebracht, so ist eine bedeutende Kraft erforderlich, um sie loszureissen. Aber die bisherigen Versuche mit Adhäsionsplatten zeigen in diesem Falle weit grössere Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen, als dann, wenn die Platten benetzt werden. Luftblasen, kleine Unreinigkeiten auf der Oberfläche u. s. w. verhin-

dern in diesem Falle wahrscheinlich den innigen Contact und so ist die Anziehung einer Fläche bald grösser, bald kleiner.

Feste Körper, welche von flüssigen nicht benetzt werden, verweigern diesen oft den Durchgang durch kleine in ihnen befindliche Oeffnungen, wenn letztere geringere Dimensionen haben, als der Tropfen. So kann man Quecksilber in einem Siebe von Eisendraht, Wasser in fettiger Leinwand erhalten u. s. w.

Hieran schliesst sich eine Reihe von Thatsachen, welche auf den ersten Anblick sehr viel Ueberraschendes haben. Nicht selten sieht man, dass Staub und andere feinertheilte Körper, deren Dichtigkeit weit grösser als die des Wassers, auf letzterem schwimmen. Legt man einen trockenen Stahldraht auf Wasser, so befindet er sich in einer kleinen Vertiefung auf letzterem, in welcher er schwimmt, so wie er jedoch benetzt wird, sinkt er zu Boden. Hier ist der Zusammenhang zwischen den Wassertheilen grösser als ihre Anziehung gegen den Draht, und so vermag das geringe Gewicht des behutsam aufgelegten Metalles die Flüssigkeit nicht zu trennen. Besonders schön lassen sich diese Erscheinungen daran sehen, wenn wir zwei Flüssigkeiten über einander giessen, welche sich nicht chemisch verbinden. Als Rumford Aether, Terpenthinöl u. s. w. über Wasser schüttete, so konnte er Stückchen Draht, Stanniol u. s. w. durch die obere Flüssigkeit fallen lassen und stets blieben sie auf dem Wasser liegen. (Gilbert's Annalen. XXV. 121.) Die vom Aether benetzten Körper werden hier von diesem nach oben gezogen, während die Anziehung gegen das untere Wasser weit kleiner ist.

Indem nun der feste und flüssige Körper sich gegenseitig anziehen, findet offenbar eine, wenn auch nur schwache Verdichtung des flüssigen an der Berührungsstelle statt, (s. Haarröhrchen) und diese dichtere Masse zieht dann die folgenden Theilchen wieder stärker an. Befindet sich die Flüssigkeit als Schicht zwischen zwei parallelen Platten, so ist die Vergrösserung ihres specifischen Gewichts wahrscheinlich sehr bedeutend. Hieraus müssen wir es uns erklären, wie zwei Platten, zwischen denen sich eine benetzende Flüssigkeit befindet, mit so grosser Kraft zusammenhängen, wie dieses zuerst von Boyle nachgewiesen wurde. Wie bedeutend zuweilen dieser Zusammenhang ist, davon erzählt Airy eine Thatsache. Er hatte auf die ebene Seite einer planconvexen Linse ein stumpfwinkliges Prisma gelegt und zwischen beide einen Wassertropfen gebracht. Als er das Prisma mit der an seiner Unterfläche haftenden Linse einen oder zwei Tage stehen liess, hatte sich das Wasser, wahrscheinlich in Folge der Verdunstung, auf einen etwa $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser haltenden Fleck zusammen gezogen. In diesem Zustande war er nicht vermögend, die Linse von dem Prisma abzulösen, wiewohl er, parallel der Oberfläche des Prisma's, eine Kraft anwendete, die stark genug war, grosse Splitter von der Linse abzustossen. Als er beide in Wasser tauchte, fielen sie sogleich von einander. Diese anziehende Kraft vermag indessen nicht nur Platten an einander zu befestigen, sondern sie treibt auch Körper, welche auf der Oberfläche von Flüssigkeiten schwimmen, zur gegenseitigen Annäherung, wenn sie zugleich benetzt oder nicht benetzt werden. Eben so nähern sich zwei in geringer Entfernung von einander hängende Glasplatten bis zur Berührung, wenn

sie neben einander in Wasser getaucht werden. Wenn dagegen die Platten so an Fäden aufgehängt werden, dass sie einen grösseren Abstand von einander haben, hierauf aber die eine der anderen fast bis zur Berührung genähert wird, so entfernt sich die erstere von der letzteren und es beginnt eine Reihe von Pendelschwingungen bis zur Herstellung des Gleichgewichtes. In diesem Falle zeigt aber die erste Schwingung, dass die bewegte Platte von der feststehenden mit einer Kraft angezogen wird, welche der Schwere entgegenwirkt und desto bedeutender wird, je kleiner der Abstand der Platten ist. (Girard in Poggendorff's Annalen. V. 41.)

Obgleich Flüssigkeiten von benetzten Körpern mit grosser Kraft angezogen werden und sie sich in Folge dieser Anziehung darauf ausbreiten, so tritt hiebei doch eine gewisse Gränze ein. Wäre letzteres nicht der Fall, so könnte ein Tropfen auf der Oberfläche eines benetzbaren Körpers nicht eher zur Ruhe kommen, als bis er dieselbe ganz bedeckt hat. Aber alle Flüssigkeiten nehmen dabei die Gestalt von Kugelsegmenten an und daher sehen wir da, wo Wasserdämpfe sich auf feste Körper niederschlagen, wie z. B. beim Schwitzen der Fenster, eine grosse Menge von Tröpfchen. Nur manche ätherische Oele breiten sich auf Wasser in so dünnen Schichten aus, dass sie lebhaftere Farben zeigen.

Wirken ausser den allgemeinen Anziehungskräften zugleich auch chemische, so werden die Erscheinungen abgeändert. So wird Glas weder von Quecksilber noch von flüssigem Zinn benetzt; wenn man dagegen auf eine reine Stanniolplatte etwas Quecksilber ausbreitet und darauf eine reine Glasplatte, oder noch besser auf den Stanniol trockenes Löschpapier und darüber die Glasplatte legt und dann das Papier fortzieht, so befestigt sich das Amalgam an dem Glase, und wenn dann durch mässige Wärme ein Theil des Quecksilbers entfernt wird, so hängt das feste Amalgam mit grosser Kraft am Glase, wie wir es bei den Spiegeln sehen. Umgekehrt können sich flüssige Körper gegenseitig vom Glase verdrängen. So wird Wasser von einer Glasplatte durch einige Tropfen Terpenthinöl oder Weingeist verdrängt, indem das Wasser von letzterem stärker angezogen wird, als vom Glase. (Prévost: Annales de chimie. XI. 19., Frankenheim: Cohäsion S. 139.)

Durch die Anziehung zwischen dem festen und flüssigen Körper kann der Aggregatzustand, besonders der Dämpfe, geändert werden. Schon lange bevor die Luft mit Wasserdämpfen gesättigt ist, schlagen sich diese zum Theil auf der Oberfläche von Glas und anderen Körpern nieder und bilden hier einen Ueberzug, welcher nur durch starke Hitze vertrieben werden kann. Ganz dasselbe zeigen Dämpfe von Ammoniak, Weingeist, Aether u. s. w. In diese Klasse von Erscheinungen gehören auch die der Absorption von gasförmigen Körpern. (s. diesen Art.)

Nicht blos flüssige Körper können auf diese Weise an einander hängen, sondern auch feste. In Spiegelfabriken hat man mehrmals die Erfahrung gemacht, dass, wenn geschliffene Platten über einander gelegt und dann durch ein Gewicht beschwert werden, eine so starke Adhäsion der Platten entstehen kann, dass man sie nicht ohne Beschädigung trennen kann. Besonders aber zeigt sich diese Anzie-

hung sehr stark, wenn der eine Körper in fein zertheiltem Zustande, namentlich im Augenblicke seines Entstehens, mit dem andern in Berührung gesetzt wird. Dahin gehören namentlich die in neuerer Zeit durch Galvanoplastik hervorgebrachten Metallplatten, eben so die Versilberung auf kaltem Wege. Nachdem man nämlich aus dem salpetersauren Silber durch Hinzufügung von Kochsalz das Chlorsilber gefällt hat, wird zu letzterem etwas cremor tartari, Kochsalz und Kreide hinzugefügt und mit dieser etwas feuchten Mischung das zu versilbernde Messing oder Kupfer gerieben, wobei der dünne Silberüberzug sehr fest an dem Metalle hängt. Aber chemische Kräfte können auch dann eine Vereinigung der Bestandtheile hervorbringen, wenn die benutzten Stoffe keine chemische Verbindung unter einander eingehen. Interessant sind in dieser Hinsicht besonders die Versuche von Hall über das Entstehen der Gesteine. Wird Quarzsand mit Salzwasser getränkt und das Ganze unter beständiger Erneuerung des Wassers längere Zeit erwärmt, so vereinigen sich die Körner zu einem Sandsteine, aus welchem das Salz durch Auslaugen entfernt werden kann, ohne dass seine Festigkeit leidet. Dieses geschieht selbst in niedrigen Temperaturen durch länger anhaltende Berührung mit Salzwasser. So besitze ich eine feste, steinartige Masse aus den Soolbrunnen in Halle, welche offenbar innerhalb weniger Jahre durch Zusammensinterung von Dammerde entstanden ist, und in welche mehrere Holzstücke, Glasscherben und Porphyrstücke eingeschlossen sind. Eben dieses thut Eisen, wenn es in einen feuchten Boden gelegt wird, und eben dahin müssen wir die Entstehung der meisten Mörtel rechnen.

In eben diese Klasse von Erscheinungen gehört auch die Thatsache, dass leichte Staubmassen, Rauch u. s. w. an festen Körpern, den Gesetzen der Schwere zuwider, hängen bleiben. Hierauf hat die Temperatur Einfluss, worüber Frankenheim eine interessante Erfahrung von Gebauer anführt. In einem kalten Tiegel oder Löffel von Platina oder Glas wird ein feines Pulver sich nur schwach bewegen, wenn man das Gefäß neigt; ist dieses aber erhitzt, so bewegt es sich fast ohne Reibung, beinahe wie ein flüssiger Körper. Es gelingt bei Kupfer- und Eisenoxyd, bei reiner Kieselerde, Kalk, geröstetem und dann geriebenem Eisenvitriol und wahrscheinlich bei den meisten feinen und trockenen Pulvern.

Die Erscheinungen der Adhäsion zeigen sich fast bei jedem Schritte. Daraus ergibt sich die Seilmaschine Vera's, in welcher ein dicker Wassercylinder an der Oberfläche eines rauhen, schnell durch Wasser gezogenen Seiles hängen bleibt, die langsame Bewegung des Wassers in Flüssen, das Aufnehmen des Wassers in den Poren sehr vieler Körper, wie Erden, Steine u. s. w., die hygroskopische Eigenschaft der Ackererden u. s. w.

Literatur bei Frankenheim: Cohäsion. Breslau. 1835. 8., wo dieser Gegenstand ausführlich behandelt wird. K.

Adipinsäure. Diese von Laurent entdeckte Säure entsteht bei der Einwirkung der Salpetersäure auf die Oelsäure. (Annales de Chimie et de Physique. T. 66. p. 166); sie wurde später noch von Bromeis in Liebig's Laboratorium untersucht. (Ann. de Pharm. T. 35.

p. 105). Kocht man Oelsäure mit dem 6—7fachen Gewichte von Salpetersäure zu wiederholten Malen, und verdampft dann die filtrirte Lösung, so erhält man eine feste, weisse Masse, deren Hauptbestandtheil Korksäure ist; ausserdem sind nach Laurent noch fünf neu entstandene Säuren darin enthalten, nämlich Azelaäure, Azoleäure, Pimelinsäure, Adipinsäure und Lipinsäure. Um diese von einander zu scheiden, kocht man die Oelsäure sechsmal zwölf Stunden lang mit Salpetersäure, dampft die Flüssigkeit ein, aus welcher Korksäure und Pimelinsäure herauskrystallisiren, verdampft die Mutterlauge, soweit es ohne Zersetzung der organischen Substanz möglich ist, überlässt die Flüssigkeit während zwei bis drei Tagen der Krystallisation, nimmt die Mutterlauge ab, wäscht die Krystalle mit kaltem Wasser ein wenig ab, verdampft die Flüssigkeit von Neuem, und wiederholt diese Operation, bis sich keine Krystalle mehr absetzen. Man vereinigt alle Krystallisationen, löst sie in reinem Wasser auf, das ein in Salpetersäure lösliches Oel daraus abscheidet, und krystallisirt die Substanz mehrmals um. In der Mutterlauge bleibt eine von Laurent nicht untersuchte, sehr leicht lösliche Säure zurück. Um die noch bräunlichen Krystalle von ein wenig Lipinsäure zu trennen, trocknet man sie, und krystallisirt sie in heissem Aether und sodann in heissem Alkohol um. Die Adipinsäure bildet sodann krystallinische, etwas gefärbte, sauer schmeckende, in Wasser lösliche Körner, welche bei 130° (nach Bromeis bei 145° C.) schmelzen, sich unverändert destilliren lassen, und beim Erstarren in glatten, langen Nadeln anschliessen. Das Ammoniaksalz krystallisirt in Nadeln, und die neutrale Auflösung desselben fällt nicht die Auflösungen von Baryum-Strontium-, Calciumchlorür, schwefelsaure Magnesia und Manganoxydul, Nickel- und Cadmiumoxyd, salpetersaurem Kupfer- und Bleioxyd. Eisenchlorür wird blassroth und salpetersaures Silberoxyd weiss gefällt.

Die procentische Zusammensetzung fanden Laurent und Bromeis übereinstimmend bei der krystallisirten Säure, sie berechnen aber verschiedene Formeln daraus:

	Laurent.	Gef.	At.	Ber.	Brom.	Gef.	At.	Ber.
C	50.10	49.77	6	49.78		50.25	14	50.79
H	6.97	6.88	10	6.77		7.06	22	6.50
O	42.93	43.35	4	43.45		42.69	9	42.71

Laurent fand das Atgw. durch das Barytsalz für die wasserfreie Säure 806 (berechnet 808), Bromeis durch das Silberoxydsalz und Barytsalz zu 1882. Nach Bromeis ist die Formel für die krystallisirte Säure $C_{14}H_{18}O_7 + 2H_2O$, nach Laurent $C_6H_8O_3 + H_2O$. Fernere Untersuchungen müssen entscheiden, welche Angabe die richtige ist. M.

Adipocire (Fettwachs, Leichenfett). Auf dem Kirchhofe des innocens in Paris befanden sich ehemals grosse Gräber, welche 30 Fuss tief und 20 Fuss breit und lang waren, und innerhalb dreier Jahre mit 1000—1500 Särgen angefüllt wurden, die man unmittelbar über einander setzte, während die Gräber selbst geöffnet blieben. Die darin befindlichen Leichname verwandelten sich, bis auf Knochen und

Haare in eine eigenthümliche Fettart, welche den Namen Adipocire erhielt. Namentlich waren es die fetthaltenden Theile, die Haut, Brüste, Muskeln und Gehirn, welche völlig in Fett übergingen und dabei wenig an Volumen abnahmen. Hingegen schwanden andere fast gänzlich z. B. die Lungen, Gedärme, Milz, Nieren, Uterus; die Leber schwindet oft zu einem nussgrossen Stück zusammen. Auch die Nasenknorpel gehen in Fett über, die Ligamente sind zerstört, die Knochen brüchig, und nur die Haare gut erhalten. Fourcroy lenkte zuerst die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, den er in einer eigenen Schrift behandelte: *Sur les différens états des cadavres trouvés dans les fouilles du cimetière des Innocens à Paris. 1786—87.* Vgl. auch *Ann. de Chimie. T. V. p. 8.* Die Substanz ist eine weiche, dehnbare, käseähnliche, geruchlose, leichte, poröse Masse. So fand ich auch das Muskelfleisch aus den Gräbern vom Mont-Martre. Die Todtengräber kennen diese Masse schon lange und überall; sie scheint sich besonders zu bilden, wenn der Leichnam in feuchtem Boden, ohne Zutritt der Luft liegt. Auch fließendes Wasser, welches den Körper ganz bedeckt, bringt dieselbe Wirkung hervor. Gibbes erhielt aus magerem Muskelfleisch auf diese Weise innerhalb eines Monats schon eine ähnliche Masse. Home fand dasselbe bei einem vom Wasser bedeckten menschlichen Leichnam, und Rouelle d'Arcet bei einem todtten Hunde. Ueber die Eigenschaften des Fettes und seine Bestandtheile sind namentlich von Gay-Lussac (*Ann. de Chim. et de Phys. T. IV. p. 71.*) und von Chevreul (*Annal. de Chim. T. 95., Considerat. sur l'analyse organique p. 84.* und Cuvier *analyse des travaux. 1824. p. 10.*) Untersuchungen angestellt worden. Es ergiebt sich namentlich aus Chevr. Untersuchung, dass das Fett durch die Einwirkung des Ammoniaks auf das im Körper enthaltene thierische Fett erzeugt wird; indem das Ammoniak sich durch Zersetzung (Fäulniss) der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Körpers entwickelt. Es bildet also eine vollständige Fettsäure, welche sich mit dem Ammoniak zu einer Seife verbunden hat. Ueber das Vorkommen des Ad. s. noch Johnson, *history of the progress and the present state of animal chemistry. Vol. III. Lond. 1803. p. 52.* und Ure, *Handwörterbuch der pract. Chemie; übersetzt. Weim. Art. Fettwachs.* M.

Adlerstein, Klapperstein, ein kugliger oder nierenförmiger Thoneisenstein, d. h. ein Gemenge von Eisenoxydhydrat und Thon, der im Innern hohl ist oder einen losen Kern enthält, und daher klappert. Man findet ihn in Lehm- und Thonschichten sehr häufig, oft in ansehnlichen Knollen, und gebraucht ihn als Eisenerz. Den Namen Adl. hat die Sage veranlasst, dass der Stein sich im Nest der Adler finde. B.

Adlervitriol s. schwefels. Kupferoxyd

Admonter Vitriol s. schwefels. Kupferoxyd.

Adouciren, Tempern. Wenn Gegenstände aus Gusseisen schnell erkalten, so nimmt ihre Oberfläche dadurch eine so grosse Härte an, dass sie nicht mit Bohrer, Meisel u. s. w. bearbeitet werden können. Um ihnen diese Härte zu nehmen, werden sie mit einem

schlechten Wärmeleiter mit Lehm, Kuhmist, Kohlen oder trockenem Sand auch wohl Eisenoxyd umgeben und damit geglüht. Die Abkühlung erfolgt nun langsamer und die Gegenstände bleiben weich. B.

Adraganthin. Guibourt benennt das Bassorin oder das Traganthin mit diesem Namen. s. Bassorin. M.

Adstringentia. Zusammenziehend schmeckende Arzneimittel, sowohl aus dem Mineralreich, als namentlich aus dem Pflanzenreich. In diesem Falle pflegen es gerbstoffhaltige Verbindungen zu sein, welche in der Regel Eisenoxydsalze schwarz niederschlagen. Aus dem Mineralreich gehören u. A. Alaun, Eisenvitriol hieher. M.

Adular, Mondstein, heisst der Feldspath, wenn er wasserhell, bläulich oder grünlich-weiss ist. Er hat starken Perlmutterglanz, bisweilen im Innern einen Lichtschein, und diese Varietät, Mondstein, Sonnenstein, Girasol, Wasser- oder Ceylaner Opal, wird zu Schmucksteinen verarbeitet, indem man die bläulich oder weiss schimmernden Stellen herauschneidet und meist mit schwarzer Fassung umgiebt. Man findet ihn auf Gängen in Granit, Gneiss, in der Schweiz, namentlich am St. Gotthard, in Tyrol, zu Oisans in der Dauphiné, Arendal, auf Ceylon u. s. w. Der Name kommt von dem Berge Adula in Graubünden her, wo er aber nicht vorkommt. Vgl. Feldspath. B.

Aegyryn. Ein noch nicht genau untersuchtes hornblendeähnliches, nach dem Meergott Aegyry benanntes Mineral aus der Gegend von Brevig in Norwegen. Es enthält nach Berzelius nur Kieselsäure, Mangan, Eisen und Phosphorsäure. Spec. Gew. höher als bei der Hornblende. B.

Aeoline. 1) Marx (Schweigger-Seidel's N. Jahrb. V. 148. u. VI. 109.) bezeichnet mit diesem Namen eine dünn gespannte Caoutchoukmembran, welche auf verschiedene Weise in Schwingung versetzt werden kann und, namentlich durch einen schwach angedrückten Trichter angeblasen, sehr mannigfaltige Töne und Klangfiguren giebt. (s. Membran). 2) gleichbedeutend mit Aeolodikon. S.

Aeolipile (Aeolipila, Aeolusball, Dampfkugel), ein in physikalischen Sammlungen häufig anzutreffender Apparat, der bestimmt ist, die Wirkungen der Wärme auf verdampfende Flüssigkeiten und die Wirkungen der entstandenen Dämpfe zu zeigen. Schon die Alten, wie aus Hero's Werken hervorgeht, kannten diese Vorrichtung und erklärten durch sie unter Andern die Entstehung der Winde, wesshalb sie auch von dem Gotte der Winde, Aeolus, benannt worden ist. Die Vorrichtung selbst besteht aus einer Hohlkugel von geschlagenem, gut gelöthetem Kupfer mit gehörig starker Wandung. Sie hat zwei Oeffnungen. In die eine lassen sich verschiedene Röhren, die den einzelnen Versuchen angemessen sind, luftdicht einschrauben; die andere ist kegelförmig ausgeschliffen und mit einem abgestumpften Metallkegel verschlossen, der durch eine elastische Feder angedrückt wird. Dieser Kegel dient als Sicherheitsventil, indem er dem in der Kugel erzeugten Dampfe einen Ausweg gestattet, sobald dessen Expansivkraft durch die Hitze so gesteigert worden ist, dass er, durch

die eingeschraubten Röhren nicht hinreichend abgeleitet, die Kugel zersprengen könnte. Zu den gewöhnlichsten Versuchen mit der Dampfkugel wird eine kurze, gekrümmte Röhre eingeschraubt, die oft mit einem Hahn versehen ist, damit man den Dampf bis zu einer gewissen Spannung absperrern könne. Erhitzt man dann die Kugel über einer Spirituslampe, wozu ein zweckmässiges Gestelle für die Auflage derselben erforderlich ist; so wird zuerst die Luft in ihr erwärmt und zum Theil durch die gekrümmte, mit feiner Oeffnung versehene Röhre ausgetrieben. Hält man dabei die Spitze der Röhre in Wasser, so sieht man die verdrängte Luft in Blasen entweichen. Auf diese Weise dient das Instrument dazu, die Ausdehnung der Flamme durch Wärme bemerklich zu machen. Entfernt man nun die Flamme, so kühlt sich die eingeschlossene Luft ab, ihr Druck wird vermindert, und wenn die Spitze der Röhre bis dahin unter dem Wasser geblieben ist; so tritt jetzt Wasser in dieselbe hinein, von dem Drucke der äussern Luft auf das Wasser so lange hinein getrieben, bis der Druck der eingeschlossenen Luft durch Compression wieder dem der äussern gleich ist. Man kann sich durch Schütteln der Aeolipile, nachdem sie gehörig abgekühlt ist, leicht von dem Vorhandensein des Wassers in ihr überzeugen. Die Zusammenziehung, oder besser, die Druckverminderung der Luft durch Abkühlen und die Wirkung des Atmosphärendrucks wird demnach ebenfalls durch dieses Instrument anschaulich gemacht. Hat es nun auf diese Weise etwas Wasser aufgenommen, so erhitzt man das Instrument aufs Neue. Das eingeschlossene Wasser geräth dadurch in lebhaftere Verdampfung, es siedet. Die Dämpfe strömen mit der Luft, diese austreibend, aus der Oeffnung der gekrümmten Röhre heraus und die Hohlkugel enthält grösstentheils nur noch Wasserdämpfe. Man bemerkt das allmähliche Verschwinden der Luft im Innern an den Blasen, welche im Wasser emporsteigen, in welches man die Spitze der gekrümmten Röhre hineinleitet. Diese werden nämlich immer kleiner, je höher sie steigen. Sind es Dunstblasen; so erreichen sie die Oberfläche gar nicht, sondern verschwinden gleich wieder an der Oeffnung, wo sie entstehen. Der Dunst wird nämlich in dem kältern Wasser condensirt und in Wasser verwandelt. So giebt also auch die Aeolipile eine Darstellung von dem Vorgange bei der Condensation der Dünste. Gewöhnlich tritt aber bei diesem zweiten Versuche noch nicht das gänzliche Verschwinden der Luft aus der Dampfkugel ein. Man muss vielmehr in der Regel noch einen dritten Versuch der Art einleiten, indem man aufs Neue die Flamme entfernt. Der Dunst, welcher den grössten Theil der Kugel erfüllt, wird dann sehr stark condensirt, besonders wenn erst Wasser durch den Atmosphärendruck in die Kugel gekommen ist. Sie füllt sich plötzlich mit Wasser und wird schnell kalt. Man hat Sorge zu tragen, dass sie sich nicht ganz fülle, deshalb muss die Spitze der gekrümmten Röhre nicht allzu tief in die Flüssigkeit eingetaucht sein, im Allgemeinen etwa nur so weit, dass die über derselben stehende Wassermenge die Kugel nur zur Hälfte oder etwas darüber füllt. Das verschiedene Verhalten des Wasserdunstes und der Luft beim Abkühlen wird durch diesen Theil des Versuches besonders anschaulich gemacht. Wird nun aufs Neue erhitzt; so tritt bald ein

lebhaftes Sieden des Wassers und ein stetes Ausströmen der Dämpfe aus der Spitze der Röhre ein. Hält man die Oeffnung unter Wasser, so zeigen sich bald keine aufsteigenden Blasen mehr. Das Wasser, in dem sich die der Dampfkugel entströmenden Dünste condensiren, erhitzt sich sehr schnell und bedeutend stärker, als wenn ihm eben so viel erhitztes Wasser zugeführt wäre, wie es bei diesem Versuche Dampf aufnimmt. Dieser Theil des Versuches lässt demnach die latente Wärme der Dünste ganz augenfällig erkennen, selbst angenähert messen, wenn man die Wärmezunahme des auffangenden Wassers, seine Gewichtsvermehrung, genau beobachtet und den in der Zeit des Versuches durch Ausstrahlung herbeigeführten Wärmeverlust desselben ermittelt. Lässt man den Dampf ins Freie ausströmen, so zeigt das Geräusch desselben, die Länge des Nebelstrahls, der sich vor der Mündung bildet, die Gewalt der Ausströmung, welche sich mit der Hitze steigert. Zugleich ist das Verhalten des Dunstes beim Condensiren in der Luft durch diesen Versuch anschaulich zu machen. Lässt man den ausströmenden Dunst über ein heisses Kohlenbecken hinweg durch die erhitzte Luft strömen, so bleibt er unsichtbar, nur an der Stelle, wo er in die kältere Luft eintritt, zeigt er sich als ein Nebelstreif. Der unsichtbare Dunst wird sichtbarer Dampf. Die Heftigkeit des Ausströmens kann Bewegungen hervorbringen, wenn man dicht an die Mündung des Röhrchens kleine Mühlenflügel u. dgl. anbringt. Besser noch zeigt sich die bewegende Kraft derselben, wenn die Dampfkugel selbst drehbar vorgerichtet ist und mehrere gekrümmte Ausströmungsröhren hat, die in einer auf der Drehungsaxe senkrechten Ebene angebracht sind und deren Oeffnungen alle nach einer Seite hin liegen. Es erfolgt dann eine Drehung der ganzen Kugel in einer der Ausströmung entgegengesetzten Richtung. Ein Versuch, den schon Hero von Alexandrien beschreibt, die erste unvollkommene Dampfmaschine. Was sich in den beschriebenen Versuchen an den Wasserdämpfen zeigt, lässt sich mit der Aeolipile auch an Weingeistdämpfen beobachten. Die Versuche erfordern aber mehr Vorsicht wegen der grössern Expansivkraft und wegen der Entzündlichkeit des Weingeistdampfes. Leitet man den ausströmenden Dunststrahl durch eine Spiritusflamme, so wird er entzündet und bildet einen langen glühenden Dampfstrahl, in dem man Glasröhren schmelzen und nach Gefallen biegen kann. Auf diese Art kann die Aeolipile die Glasbläserlampe ersetzen.

Wenn man statt des gekrümmten Röhrchens die messingene Fassung eines Barometerrohrs einschraubt, das, oben geschlossen, bis auf den Boden der Aeolipile reicht; wenn ferner durch dieselbe messingene Fassung zugleich die Röhre eines Thermometers hindurchgeht, dessen Kugel in die Aeolipile hineinreicht, dessen Scale aber sich ausser derselben befindet; so kann diese Vorrichtung auch benutzt werden, die Spannkraft der Dünste bei verschiedenen Temperaturen zu messen. Man bringt nämlich so viel Quecksilber in die Aeolipile, als erforderlich ist, um einen Theil des Barometerrohrs zu füllen und die Oeffnung desselben unten abzusperrn. Ueber dieses Quecksilber giesst man Wasser oder Weingeist, lässt anfänglich durch eine dazu an dem eingeschraubten messingenen Fusse bestimmte Oeffnung Dampf und Luft entweichen. Wenn man voraussetzen darf, dass keine Luft mehr in der

Dampfkugel vorhanden ist, schliesst man jene Oeffnung. Der Druck der Dämpfe treibt dann das Quecksilber in die Röhre. Dadurch wird die darüberstehende, vom Quecksilber abgesperrte Luft comprimirt und giebt auf einfache Weise durch ihr Volumen die Grösse des Drucks zu erkennen, den sie erleidet. A.

Aeolodikon oder Aeolodion s. Physharmonica.

Aeolsharfe. Sie besteht in einem länglichen Resonanzkasten, mit mehreren Darmsaiten bezogen, die man in den Einklang zu stimmen pflegt und einem seitlich gerichteten Zugwinde aussetzt, wo sie dann verschiedene, meistens harmonische Töne in oft bedeutender Stärke vernehmen lassen. Matthew Young (An Enquiry into the principal Phenomena of Sound. P. II. Sect. V. und daraus in Gilb. Ann. X. 57.) und Pellisov (in Pogg. Ann. XIX. 237.) haben die Töne dieses vom Pater Kircher erfundenen Instruments an einer einzelnen Saite untersucht. Nach Young wird die Saite durch die Stösse des Windes in transversale Schwingungen versetzt und giebt dabei immer einen der Töne, die beim Abtheilen in aliquote Theile auch durch Streichen mit dem Bogen an ihr hervorgebracht werden können, also die der natürlichen Zahlenreihe entsprechenden Töne, (Y. hat sie bis zum 11ten beobachtet); zuweilen entstehen auch an einer einzigen Saite mehrere dieser Töne zugleich, also ein Accord, doch findet das nur bei den höheren Tönen statt. Oefsters erscheinen auch andere Töne als die jener Reihe, doch nur vorübergehend, indem der Uebergang von einem Tone zum nächsten durch ein allmähliges Steigen oder Sinken erfolgt. Pellisov hält den Druck des Windes für zu schwach, um die Saite in Transversalschwingungen zu versetzen (wobei jedoch die dauernde Wirkung des Windes, der allmählig die Saite in immer stärkere Schwingung versetzt, nicht gehörig gewürdigt zu seyn scheint); nach ihm entsteht der Ton durch eine longitudinale Molecularbewegung, eine Art von Bewegung, die nach seiner Ansicht überhaupt immer, auch bei Transversalschwingungen, die unmittelbare Ursache der Töne ist. In der That fand er, dass die Transversalbewegung der Aeolssaite bei starkem Tönen keine messbare Grösse erreicht; doch wird der Ton sogleich gehindert, wenn die Saite an irgend einer Stelle, ausser genau auf einem Schwingungsknoten berührt wird; auch setzt sie leichte Hebel an allen Stellen, auch da, wo man nach Young's Theorie Knoten erwarten sollte, in lebhafte Bewegung, wenn man den Wind nur einen Theil ihrer Länge treffen lässt und die Hebel an dem übrigen, vor dem Winde geschützten Theile derselben anbringt. Die Folge von Tönen, welche Pellisov beobachtete, ist von der, die man sonst an Saiten kennt, verschieden, indem nämlich, wenn die Schwingungszahl des ersten Tones = 1 gesetzt wird, statt der Schwingungszahlen 2, 3, 4, 5 etc. die Töne mit $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{2}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{6}{2}$, $\frac{7}{2}$ (nahe), $\frac{8}{2}$, $\frac{9}{2}$ beobachtet wurden, eine Angabe, die (wenn nicht etwa eine Verwechslung der Octaven stattgefunden haben sollte) allerdings die gewöhnliche Young'sche Ansicht als ungenau erweisen würde. Welcher von diesen Tönen erscheint, das richtet

sich, wie Pellisov fand, nach der Stärke des Windes, so dass die Schnelligkeit der Schwingungen der des Luftstromes ungefähr proportional ist.

Aepfeläther. Durch Destillation eines Gemenges von Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure, Aepfelsäure und Weingeist erhält man im Rückstande eine gelbliche, ölige Flüssigkeit, welche schwerer als Wasser, darin schwer auflöslich und nicht flüchtig ist. Mit Kali gekocht, zerfällt sie in Alkohol und äpfelsaures Kali. Thénard hat diese Verbindung entdeckt, sie ist aber nicht weiter untersucht. (Mém. de la Soc. d'Arcueil. II. p. 12.) M.

Aepfelsäure (Vogelbeersäure. Acid. malicum, Acid. sorbicum). Von Scheele wurde diese Säure 1785 zugleich mit der Citronensäure entdeckt, aber nicht im reinen Zustande dargestellt. Erst 1815 stellte sie Donavan aus den Vogelbeeren rein dar. (Ann. de Chim. et de Phys. T. I. p. 201.) Braconnot wies drei Jahre später die Identität beider Säuren nach. (Ibid. T. VI. 239. u. VIII. p. 146.) Das Vorkommen der Aepfelsäure ist sehr ausgedehnt, und man findet sie in den meisten sauren Früchten, zum Theil allein, oder mit Citronensäure auftretend. Namentlich erscheint sie in den unreifen Früchten, aus denen sie bei der Reife nicht selten verschwindet. Zuweilen tritt sie im freien Zustande, zuweilen gebunden an Kalk und Kali auf. Um sie darzustellen, verfährt man am besten auf folgende Art: Der aufgekochte, mit Eiweiss geklärte Saft der Vogelbeeren (*sorbus aucuparia*) wird filtrirt, durch kohlen-saures Kali fast neutralisirt, und mit salpetersaurem Bleioxyd vermischt. Der entstehende, zuerst käsige Niederschlag wird nach einigen Tagen krystallinisch, dann gut ausgewaschen und von den darauf haftenden schleimigen Flocken abgeschlemmt. Mit Schwefelwasserstoffgas zerlegt man das Bleisalz; das entstehende Schwefelblei hüllt den Farbstoff sehr fest ein, und die abfiltrirte Flüssigkeit ist fast farblos. Diese wird eingedampft, in zwei Hälften getheilt, und von diesen die eine mit Ammoniak neutralisirt. Die andere Portion wird sodann hinzugesetzt und auf diese Weise ein saures Ammoniaksalz gebildet. Dies krystallisirt sehr schön und kann durch mehrmaliges Umkrystallisiren vollständig gereinigt werden. Es wird mit essigsaurem Bleioxyd gefällt und das Bleisalz mit Schwefelsäure oder Schwefelwasserstoff niedergeschlagen. Die Flüssigkeit wird an einen warmen Ort gestellt, wo sie zu einer körnig krystallinischen Masse gerinnt, die das Hydrat der Aepfelsäure darstellt. Dies zerfließt an feuchter Luft, besitzt einen sehr sauren Geschmack, zersetzt sich in der Auflösung selbst in verschlossenen Gefäßen unter Bildung einer schleimigen Masse, reducirt Goldoxyd, wird durch Salpetersäure in Oxalsäure verwandelt, entwickelt mit Schwefelsäure Kohlenoxydgas und Essigsäure, wie auch die äpfelsauren Salze. Bis zu 120° erhitzt, erleidet die Säure keine Zersetzung. Bei 83° schmilzt sie, ohne Wasser abzugeben: bei 150° beginnt sie sich zu zerlegen und bildet bei 176°, wie Pelouze bemerkt hat, Equisetsäure (Malealsäure) und Fumarsäure (Paramalealsäure), welche beide dieselbe Zusammensetzung wie die Aconitsäure besitzen. $C_4 H_2 O_3 + Aq$. Von beiden ist die Equiset-

säure die flüchtigere. Bei 150° erhält man fast nur Fumarsäure, bei 200° fast nur Equisetsäure. Die Zusammensetzung der Aepfelsäure ist dieselbe, wie die der Citronensäure. Sie besteht in den wasserfreien Salzen aus $C_4H_4O_4$; Atgw. 703,70. Sie verbindet sich mit einem At. Basis oder Wasser. Das Hydrat ist $C_4H_6O_5$, darin unterscheidet sie sich von der Citronensäure, welche entweder im krystallisirten Zustande $3(C_4H_4O_4) + 4Aq.$ oder $3(C_4H_4O_4) + 2Aq.$ darstellt. Das Zersetzungsprodukt der Citronensäure, die Aconitsäure, ist zwar dem Zersetzungsprodukte der Aepfelsäure isomerisch, unterscheidet sich indessen von ihm wesentlich. Vgl. Aconitsäure. Es ist wahrscheinlich, dass die Aepfelsäure, namentlich in den Pflanzen, in die Citronensäure umgewandelt werden kann, wenn wir auch nicht im Stande sind, diese Umwandlung nachzuahmen.

Mit den Basen vereinigt sich die Aepfelsäure unmittelbar zu Salzen, welche meist leicht in Wasser auflöslich sind, oder wenn nicht darin, doch in Salpetersäure. Einige Salze, welche Krystallwasser enthalten, verlieren dies erst in höherer Temperatur; die äpfelsaure Magnesia und die sauren Salze können es nicht ohne Zersetzung abgeben. Die alkalischen Salze sind zerfliesslich, und nur im sauren Zustande krystallisirbar; unlöslich ist das Bleioxyd- und Silberoxydsalz, schwer auflöslich das Kalkerdesalz. M.

Aepfelsäure, künstliche. Bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Zucker fand Scheele, dass neben der Oxalsäure noch eine eigenthümliche andere Säure entstände, welche er irriger Weise für Aepfelsäure hielt, und die nach ihm Scheele's künstliche Aepfelsäure genannt wurde. Guerin Varry erklärte sie für eine eigenthümliche Säure und nannte sie Hydroxalsäure; zuletzt haben sich Erdmann, Thaulow und Hess mit ihr beschäftigt, aus deren Untersuchung hervorgeht, dass sie in der That nicht Aepfelsäure sey, sondern eine besondere, nun unter dem Namen Zuckersäure bekannte Verbindung. S. diesen Art. M.

Aepfelwein. Aus dem ausgepressten Saft der Aepfel, wie auch anderer Früchte wird, namentlich unter Zusatz von Stärkezucker und Hefe, eine gährende Flüssigkeit bereitet, welche nach der Gährung mehr oder weniger Alkohol enthält und den Namen Cider führt. Vgl. Gährung und Wein. M.

Aequator (der Erde), Gleicher, ist derjenige grösste Kreis auf der Erde, welcher durch eine im Mittelpunkte derselben auf ihrer Drehungsaxe senkrechten Ebene bestimmt wird. Er hat daher unter Voraussetzung vollkommener Kugelgestalt unseres Planeten, überall gleichen Abstand von den Erdpolen und theilt die Erdoberfläche in zwei gleiche Hälften, (südliche und nördliche Halbkugel oder Hemisphäre). Die Orte, durch welche der Aequator geht, haben fortdauernd Gleichheit von Tag und Nacht, zweimal jährlich die Sonne im Zenith, übrigens während unseres Sommers bleibt ihnen die Sonne fortdauernd im Norden, während unseres Winters im Süden. Da der Horizont jedes Ortes auf dem Erdäquator durch beide Pole geht, so sind dort alle Sterne sichtbar und die Tagekreise derselben Halbkreise. Alle

durch die beiden Erdpole gelegten grössten Kreise (Erdmeridiane) durchschneiden den Aequator senkrecht und auf ihnen bestimmt man die Entfernung eines Ortes vom Aequator nach Graden der nördlichen und südlichen Breite. Der Aequator heisst daher auch die Linie ohne Breite und in der Sprache der Schiffer schlechthin die Linie. Auf ihm selbst zählt man die Länge der Oerter, welche durch die von Westen nach Osten gezählten Grade des Aequatorbogens, der sich zwischen dem ersten Meridian und dem Meridian eines zu bestimmenden Ortes befindet, angegeben wird. A.

Aequator (des Himmels), ein grösster Kreis an der scheinbaren Himmelskugel, der durch die erweiterte Ebene des Erdäquators bestimmt ist. Er durchschneidet den Horizont jedes Orts im wahren Ost- und Westpunkte. Der Winkel, den seine Ebene mit der des wahren Horizonts bildet, die Aequatorshöhe, ist überall das Complement der Polhöhe. Alle auf ihm befindlichen Sterne sind überall 12 Stunden (Sternzeit) über und 12 Stunden unter dem Horizont. Er theilt die Himmelskugel in die nördliche und südliche Hemisphäre; alle Sterne einer bestimmten Himmelskugel sind in der gleichnamigen Erdhemisphäre länger über dem Horizont, als unter demselben. Die Sonnenbahn (Ekliptik) schneidet den Aequator in zwei Punkten, dem Frühlings- und dem Herbstnachtgleichenpunkte. Alle durch die Himmelspole gelegten grössten Kreise (Stundenkreise) durchschneidet der Himmelsäquator rechtwinklig, und auf ihm wird nach Graden der Abstand eines Sterns vom Aequator, d. h. die südliche oder nördliche Declination desselben bestimmt, während der Abstand des Stundenkreises eines Gestirns vom Frühlingsnachtgleichenpunkte, nach Graden des Aequators gemessen, die Rectascension desselben anzeigt. A.

Aequator (magnetischer), nennt man 1) diejenige Linie, welche die Orte der Erde miteinander verbindet, in denen eine in ihrem Schwerpunkte aufgehängte Magnetnadel sich horizontal stellt. (s. Isoklinische Linien.) 2) Die durch den Schwerpunkt einer Inclinationsnadel auf deren Richtung senkrechte Ebene. R.

Aequatoreal, ein astronomisches Fernrohr, durch welches die Declination eines Gestirns unmittelbar, die Rectascension durch Vergleichung mit der Rectascension für den Zenith der Beobachtungsstelle mittelbar gefunden werden kann. Die wesentlichen Bestandtheile des Instrumentes sind: 1) eine der Himmelsaxe genau parallele drehbare Axe; 2) ein an jene Axe befestigter eingetheilter Kreis, dessen Ebene jene Axe winkelrecht durchschneidet und der seinen Mittelpunkt in jener Axe hat, (der eigentliche Aequatorealkreis); 3) zwei diametral gegenüberstehende, absolut feste Nonien mit mikroskopischer Ablesung, an denen der Limbus des Aequatorealkreises bei der Drehung der Axe sich fortbewegt, so dass die jedesmalige Stellung jenes Kreises genau beobachtet werden kann; 4) ein mit der Axe festverbundener eingetheilter Kreis, dessen Ebene derselben parallel ist (Declinationskreis); 5) ein Fernrohr, welches sich um einen in dem Mittelpunkt des Declinationskreises befestigten Zapfen so drehen lässt,

dass die Sehlinie jederzeit einem Durchmesser des Declinationskreises parallel ist, dessen Lage durch Nonien an dem Limbus dieses Kreises beobachtet werden kann. Man übersieht sehr leicht, dass dieses Fernrohr wegen der doppelten Bewegung seiner Axe auf jeden sichtbaren Stern gerichtet werden kann, und dass, wenn diess geschehen, am Vertikalkreise die Poldistanz oder die Declination unmittelbar abzulesen ist, an dem Aequatorealkreis aber die Bogenentfernung des Declinationskreises vom Scheitelkreise für den Moment der Beobachtung. A.

Aequinoctium s. Nachtgleiche.

Aequinolith. Ein perlstein-ähnliches Mineral, unter den Obsidianen von Mexico vorkommend. B.

Aequivalent. Wenn sich Körper mit einander verbinden, so geschieht diess stets in constanten Gewichtsmengen, so dass ein Ueberschuss des einen oder des anderen von der Verbindung ausgeschlossen bleibt. Zwar ist der Fall ein sehr gewöhnlicher, dass sich zwei Körper in mehreren Verhältnissen mit einander vereinigen; aber diess geschieht dann immer so, dass, wenn die Menge des einen in allen Verbindungsstufen dieselbe bleibt, die Quantitäten des anderen Multipla in einfachen Zahlen von einander sind. Stickstoff und Schwefel treten mit dem Sauerstoff in vier Verhältnissen zusammen, nämlich

177 Stickst.		201 Schwefel	
mit 100 Sauerst. zu Stickstoffoxydul.		mit 100 Sauerst. zu Unterschwefl. S.	
- 200 - Stickstoffoxyd.		- 200 - Schwefliger S.	
- 300 - Salpetriger S.		- 250 - Unterschweifels.	
- 500 - Salpetersäure.		- 300 - Schwefelsäure.	

Mangan vereinigt sich mit Sauerstoff in fünf Proportionen; desgleichen Kalium mit Schwefel:

346 Mangan		243 Kalium	
mit 100 Sauerst. zu Manganoxydul.		mit 100 Schwefel zu einf. Schwefelkal.	
- 150 - Manganoxyd.		- 200 - dopp. Schwefelk.	
- 200 - Mangansuperoxyd.		- 300 - dreif. Schwefelk.	
- 250 - Mangansäure.		- 400 - vierf. Schwefelk.	
- 350 - Uebermangans.		- 500 - fünff. Schwefelk.	

Ziehen wir nun zunächst die Sauerstoffverbindungen in Betracht, und zwar die einfachsten, wo es mehrere Verbindungsstufen giebt, so folgt aus den Analysen, dass vereinigt sind:

100 Sauerst. mit	201	Schwefel in der	unterschweifigen Säure.
-	442	Chlor	- unterchlorigen Säure.
-	12,48	Wasserstoff	im Wasser.
-	490	Kalium	- Kali.
-	346	Mangan	- Manganoxydul.
-	403	Zink	- Zinkoxyd.
-	1294	Blei	- Bleioxyd.
-	1351	Silber	- Silberoxyd.

Berechnet man sich ähnliche Reihen für die Gewichtsmengen der Körper, welche mit den in dieser Reihe aufgeführten Quantitäten Schwefel oder Chlor eine Verbindung eingehen, so findet sich, dass, wie 100 Sauerstoff, so auch 201 Schwefel, 442 Chlor, ferner 1581 Jod sich verbinden mit

12,48	Wasserstoff
490	Kalium
346	Mangan
403	Zink
1294	Blei
1351	Silber.

Sollen also 12,48 Wasserstoff von einem der genannten Stoffe aufgenommen, consumirt werden, so kann diess geschehen

entweder durch	100 Sauerstoff
oder durch	201 Schwefel
oder durch	442 Chlor
oder durch	1581 Jod.

Dieselben Gewichtsmengen wären erforderlich, um das nämliche für die aufgeführten Metalle, Kalium u. s. w. zu bewirken; sie leisten also alle dasselbe, und da die Gewichtsmenge des einen Stoffes z. B. 100 Sauerstoff, durch eine andere Gewichtsmenge eines andern Stoffes, z. B. 201 Schwefel, ersetzt werden kann, so nennt man die Zahlen, welche diese stellvertretenden Gewichtsmengen angeben Aequivalente (Gleichesvermögende) oder auch Mischungsgewichte, weil sich die Körper in diesen Gewichtsmengen mit einander verbinden. Da nun ebenfalls 201 Schwefel gerade 12,48 Wasserstoff, oder 490 Kalium, 346 Mangan u. s. w. zu einer Verbindung erfordern; so ist einleuchtend, dass auch diese Zahlen, da sie dasselbe für 201 Schwefel oder 100 Sauerstoff u. s. w. bewirken, auch die Aequivalente der nebenstehenden Stoffe genannt werden müssen. — Es ist hier schon ein grosser Nutzen, den die Kenntniss der Aequivalente gewährt, zu erkennen. Man weiss, wenn eine chemische Verbindung durch Mischen der Bestandtheile dargestellt werden soll, wieviel von einem jeden Stoff zu nehmen ist, ohne dass von dem einen etwas übrig bleibt, was zumal im Grossen wichtig ist. Die hier gegebenen Zahlen sind für die meisten praktischen Zwecke ausreichend. Ganz genau sind sie aber nicht, weil der leichteren Uebersicht wegen, auch um Wiederholungen zu vermeiden, die Decimalstellen fortgelassen sind, die sich aber bei jedem einzelnen Artikel genau angegeben finden.

Dass man den Sauerstoff hierbei zur Grundlage nimmt, sein Aequivalent mit 100 bezeichnet, was, wie ersichtlich, mit jedem andern Elemente geschehen kann, findet seine Erklärung in der Wichtigkeit dieses Stoffes für die ganze Chemie, so wie in der Häufigkeit seiner Verbindungen. In der That wird auch von mehreren, namentlich englischen Chemikern nach Dalton's Vorgang der Wasserstoff zur Einheit genommen, weil er der leichteste unter allen Körpern ist, und Prout die Vermuthung wahrscheinlich zu machen gesucht hat, dass alle Aequivalente Multipla des Wasserstoffs seien, und die Ab-

weichungen davon ihren Grund in Experimentirfehlern hätten. Allein die analytischen Methoden zur Bestimmung der meisten dieser Zahlen sind so exact und die Chemiker, welche sie ausführten, von so anerkannter Geschicklichkeit, dass die constanten und ansehnlichen Differenzen zwischen den durch die Analyse und durch die Hypothese gefundenen Differenzen ausser den Gränzen der Beobachtungsfehler liegen, und eine Thatsache abgeben gegen diese Hypothese, die wohl nur in England Vertheidiger findet. Auf dem Continent nimmt man allgemein auf Berzelius' Vorschlag den Sauerstoff zu 100 an. Diess führt die Bequemlichkeit mit sich, dass, wo es nicht auf sehr grosse Genauigkeit ankommt, man mit Fortlassung der Decimalstellen sich auf die ganzen Zahlen beschränken kann. Will man die nach der Annahme für den Sauerstoff = 100 berechneten Aequivalente in solche übertragen, bei denen das Aeq. des Wasserstoffs = 1 gesetzt wird, so hat man nur nöthig, unsere Aeq. durch 100 zu dividiren, um sie zunächst der Annahme des Sauerstoffs = 1 anzupassen, und dann mit 8,013 zu multipliciren, weil das Aeq. des Wasserstoffs 8,013mal leichter ist, als das des Sauerstoffs, denn $100 : 12,479 = 8,013$. Hiernach wird das Aeq. beim

	Sauerstoff = 100		Wasserstoff = 1
Sauerstoff	100,00	$\times \frac{8,013}{100}$	= 8,013
Wasserstoff	12,479	-	= 1,000
Schwefel	201,16	-	= 16,12
Chlor	442,65	-	= 35,47
Jod	1580,92	-	= 126,57
Kalium	489,91	-	= 39,26
Mangan	345,88	-	= 27,71
Zink	403,22	-	= 32,31
Blei	1294,50	-	= 103,73
Silber	1351,61	-	= 108,30

Es bedarf kaum der Erwähnung, dass man, um Wasserstoffäquivalente in solche für den Sauerstoff = 100 zu verwandeln, man erstere mit $\frac{100}{8,013} = 12,479$ zu multipliciren habe.

Man kann also sagen: ein Aequivalent ist diejenige Gewichtsmenge eines Elementes, welche in der einfachsten Verbindungsstufe mit 100 Theilen Sauerstoff verbunden ist, oder 100 Theile Sauerstoff darin ersetzen kann.

Es bestehen demnach die Oxydationsstufen des Schwefels aus 1 Aeq. Schwefel mit 1, 2, 2½, 3 Aeq. Sauerstoff. Die Unterschwefelsäure enthält also 2 und ein halbes Aeq. Sauerstoff; halbe Aeq. aber, die auch in der Manganreihe vorkommen, entsprechen nicht der Vorstellung, die man sich, der eben gegebenen Definition zufolge, von einem Aeq. zu machen hat; man vermeidet sie, wenn man, wó sie vorkommen, die Zahlen verdoppelt, und also die Unterschwefelsäure als aus 2 Aeq. Schwefel und 5 Aeq. Sauerstoff zusammengesetzt betrachtet. — Es besteht mithin

die Schwefelsäure	aus 1 Aeq. Schwefel	= 201 Th.
	3 - Sauerstoff	= 300 -
		<u>501 -</u>
die Salpetersäure	aus 1 - Stickstoff	= 177 -
	5 - Sauerstoff	= 500 -
		<u>677 -</u>
die Ueermangansäure	aus 2 - Mangan	= 691 -
	7 - Sauerstoff	= 700 -
		<u>1391 -</u>

Berechnet man nun aus den gewöhnlichen, in Procenten angegebenen Zusammensetzungen der neutralen schwefelsauren, salpetersauren Salze u. s. w. die Quantitäten Basis, die sich mit 501 Schwefelsäure, 677 Salpetersäure oder 1391 Ueermangansäure verbinden würden, so ergibt sich, dass auf

	501 Schwefels.	677 Salpeters.	1391 Ueermangansäure.
kommen	590	590	590 Kali.
	446	446	*) Manganoxydul.
	503	503	503 Zinkoxyd.
	1394	1394	*) Bleioxyd.
	1451	1451	1451 Silberoxyd.

Weil nun 590 Kali neutralisirt werden durch 501 Schwefelsäure, 677 Salpetersäure und 1391 Ueermangansäure, so kann man wiederum diese Zahlen als die Aeq. der in Rede stehenden Säuren betrachten, so wie die neben den angeführten Basen befindlichen Zahlen als die Aeq. dieser Basen, da die jedesmalige Quantität derselben ein Aeq. Säure sättigt. Die Aeq. der Säuren waren aber hervorgegangen aus der Summe der Aeq. ihrer Bestandtheile. Ein Vergleich der Aeq. der Basen mit der zu Anfang gegebenen Reihe der Oxyde, zeigt, dass auch die Aeq. der Basen auf dieselbe Weise entstehen, wie die der Säuren. Daraus folgt: die Aequivalente der zusammengesetzten Körper sind gleich der Summe der Aequivalente ihrer Bestandtheile. Da ferner in den sauren Salzen die Quantität der Säure ein Multiplum der Säuremenge im neutralen Salze ist, und ebenso in den basischen Salzen die Basis sich verhält, wie in den sauren die Säure; so gilt auch von den zusammengesetzten Körpern, dass sie sich, wie die Elemente, in Aequivalenten oder Multipeln derselben verbinden. Hierin liegt der Grund, wesshalb, wenn sich zwei neutrale Salze gegenseitig zersetzen, wieder neutrale Salze entstehen. Ihre Bestandtheile sind in dem Verhältniss der Aeq. zusammengesetzt, und verbinden sich, wenn sie sich getrennt haben, wieder nach Aeq. Aus 1 Aeq. = 2128 salpetersaurem Silberoxyd und 1 Aeq. = 1981 ueermangansaurem Kali wird

*) Mit diesen Basen, so wie mit Eisenoxydul giebt die Ueermangansäure keine Salze, weil sie Sauerstoff an dieselben abgiebt und dadurch zerlegt wird.

Salpeters.	677	X	1391 Ueermangans.
Silberox.	1451		590 Kali
	2128		1981

1 Aeq. = 1267 salpeters. Kali und 1 Aeq. = 2842 übermangansaures Silberoxyd.

Dieses Gesetz erstreckt sich noch weiter auch auf den Fall, wenn sich Salze mit Salzen verbinden, wie diess bei den Doppelsalzen der Fall ist. Ein Beispiel der Art ist das durch Mischung der Bestandtheile sich leicht bildende schwefelsaure Zinkoxydkali, das mit dem Krystallwasser besteht aus

1 Aeq. schwefelsaurem Kali	= 1091
1 - schwefelsaurem Zinkoxyd	= 1004
6 - Wasser	= 674,8
1 Aeq. schwefelsaures Zinkoxydkali	= 2769,8.

Ein sehr bekanntes Beispiel ist ferner der Alaun:

1 Aeq. schwefelsaures Kali	1091
1 - schwefelsaure Thonerde	2146
24 - Wasser	2699
1 Aeq. Alaun	5936

Alles, was hier über die Aeq. gesagt ist, beruht auf Erfahrung, und findet seinen Beweis darin. Zwei deutsche Chemiker, Wenzel und Richter, machten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zuerst auf diese Thatsachen aufmerksam, die in ihrem ganzen Umfange erst in dem gegenwärtigen Jahrhundert bekannt geworden sind. Sie wurden es hauptsächlich durch das Bestreben, die von Dalton zur Erklärang dieser Erscheinungen aufgestellte atomistische oder Corpusculartheorie zu begründen und zu erweitern. Im Sinne dieser Theorie wird das, was hier Aeq. genannt wurde, mit dem Namen Atomgewicht belegt; doch ist in mehreren Fällen das Atomgewicht auch nur halb so gross, wofür die Gründe unter „Atomgewicht“ nachzusehen sind.

Das nächste Erforderniss zur Bestimmung des Aeq. ist, wie man sieht, eine mit aller Sorgfalt ausgeführte quantitative Analyse; das zweite wichtige Moment die Feststellung der relativen Aeq., ob in einem Oxyd, z. B. 1 Aeq. Metall mit 1 oder 2 oder mehr Aeq. Sauerstoff verbunden ist. Diese Untersuchung fällt aber ganz mit der über die relative Anzahl der Atome zusammen, und ist unter „Atom“ abgehandelt.

Aërolith (*ἀήρ* Luft und *λίθος* Stein) bezeichnet einen aus der Luft gefallenen Stein. s. Meteorsteine. B.

Aërometrie (Luftmessung, *ἀήρ* Luft, *μετρεῖν* messen) ist ein Ausdruck, der alle diejenigen wissenschaftlichen Bestimmungen in sich fasst, die über die Beschaffenheit, Zusammensetzung der Luft, über ihre Veränderungen, über Gleichgewicht und Bewegung derselben aufgestellt sind. Sie entlehnt daher ihr Gebiet aus mehreren Thei-

len der Chemie und Physik, die zum Theil unter andern Namen bekannt sind. (s. d. Art. Luft.) A.

Aërodynamik s. Luft.

Aëronautik s. Luftschiffahrtskunde.

Aërostat s. Luftball.

Aërostatik s. Luft.

Aeschynit oder Aischynit, ein uralisches Mineral von Miask, krystallisirt in rhombischen Säulen. Spec. Gew. 5,14. Härte zwischen Apatit und Feldspath. Besteht nach Hartwall aus 56 Titansäure; 20 Zirkonerde; 15 Ceroxyd; 3,8 Kalkerde; 2,6 Eisenoxyd und 0,5 Zinnoxyd. Berzelius erklärt diese in seinem Laboratorium gemachte Analyse, wegen der Schwierigkeit, die Titansäure und Zirkonerde quantitativ zu bestimmen, für ungenau, und hält es der Mühe nicht werth, das Detail derselben mitzutheilen; er nennt desshalb das Fossil Aesch. von *αἰσχύνομαι* ich scheue mich. B.

Aesculin. In der Rosskastanie glaubte Canzoneri ein eigenthümliches Alkaloïd aufgefunden zu haben, welchem er diesen Namen beilegte. Spätere Untersuchungen von Guibourt und von Chereau zeigten, dass wahrscheinlich ein Kalksalz von ihm dafür gehalten worden ist. M.

Aesculin, Polychrom, Bicolorin, Enallochrom, Schillerstoff. Einige Pflanzen, namentlich einige Hölzer, besitzen die Eigenschaft, dass ihr wässeriger, heisser Auszug bei gebrochenem Lichte gelb, bei reflectirtem Lichte bläulich schillernd erscheint. Loeseke bemerkte es zuerst an dem Holze von *Guilandina Moringa* (*lignum nephriticum*). Später fand man diese Eigenschaft an sehr vielen Pflanzen. Frischmann beobachtete sie bei dem Brasilienholz und der Eschenrinde. Das von Keller aus letzterem dargestellte Fraxinin schillert gleichfalls, wahrscheinlich in Folge einer noch nicht vollkommenen Reinheit. Nolde fand sie beim rothen Santelholze und dem Quassiaholze, Richter bei den Blättern der Belladonna. In ausgezeichnetem Grade schillert das Decoct der Rosskastanienrinde. Diese Eigenschaft beruht auf der Gegenwart eines eigenthümlichen Stoffes, welcher bei diesen Pflanzen allen identisch zu sein scheint und den Namen Schillerstoff erhalten hat, welchem Berzelius den Namen Aesculin vorgezogen hat, da die Verbindung am leichtesten aus der Rosskastanienrinde erhalten werden kann.

Trommsdorff und Jonas haben sich namentlich bemüht, das Aesculin rein darzustellen. Man erhält die Verbindung am leichtesten, wenn man die Rosskastanienrinde, im März vor dem Aufbrechen der Knospen geschält, mit 6 Th. Alkohol von 80 pCt. digerirt, und zuletzt kocht, heiss filtrirt, den Rückstand mit 3 Th. Alkohol noch einmal so behandelt, auspresst, die Flüssigkeit bis auf $\frac{1}{4}$ abdestillirt, und dieses in eine flache Schaal giesst. Nach einigen Wochen wird der niedergefallene Schillerstoff mit kaltem Wasser abgewaschen und

mehreremal in ätherhaltigem Alkohol umkrystallisirt. Im reinen Zustande ist das Aesc. dann ein weisses, am Papier stark haftendes Pulver, welches, aus Alkohol krystallisirt, gehäufte mikroskopische Nadeln zeigt. In kaltem Wasser ist es in 600 Theilen, in kochendem in 13 Th. auflöslich. Diese Auflösungen zeigen das Schillern viel stärker, als die alkoholischen und ätherischen, die durch Zusatz von wenig Wasser stark schillern. Chlor vernichtet das Schillern, welches unter dunkeler Färbung durch Alkalien und alkalische Erden wieder hervorgerufen wird. Die Säuren heben das Schillern gleichfalls auf, Basen stellen es wieder her. Basische Eigenschaften besitzt der Stoff nicht; nach Trommsdorff jun. besteht er aus 52,4 C; 4,9 H; 42,7 O; oder $C_{16}H_{18}O_{10}$. Das Atwg. ist nicht ermittelt. M.

Aesculinsäure benannte Frémy die von ihm entdeckte Säure, welche entsteht, wenn man Saponin mit Alkalien behandelt, da er jenen Stoff aus den Rosskastanien dargestellt hat. Sie wird besser Saponinsäure benannt. M.

Aethal (von Aethier und Alkohol). Chevreul beschrieb 1818 diese Substanz, welche er durch Verseifen des Wallrathes dargestellt hatte. (Vergl. Chevreul: *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale*. Par. 1823. p. 161. u. 239.) Später haben sich Bussy, Lecanu, Dumas und Péligot hauptsächlich mit seiner Untersuchung beschäftigt. (Journ. für pract. Chem. B. 7. p. 449. u. B. 9. p. 285.)

Nach Dumas und Péligot wird es am besten dargestellt, indem man grobgepulvertes kaustisches Kali in geschmolzenes Wallrath einträgt. Die erstarrte Masse wird mit Wasser behandelt und durch verdünnte siedende Salzsäure zerlegt. Die abgeschiedene Fettmasse wird derselben Behandlung noch einmal unterworfen, um alles Wallrath, welches vielleicht der Zersetzung noch entgangen seyn könnte, zu verseifen. Die jetzt abgeschiedenen Fettarten werden mit Kalkmilch behandelt, wodurch ein Gemenge von margarinsäurem, ölsäurem Kalk und Aethal erhalten wird. Dieses wird getrocknet und mit kaltem Alkohol erschöpft, welcher das Aethal auszieht, und die übrigen Stoffe zurücklässt. Das nach der Verdampfung des Alkohols zurückbleibende Aethal wird in Aether noch einmal umkrystallisirt und der Destillation unterworfen. Lecanu und Bussy destilliren das Gemenge des Aethals mit den fetten Säuren bei gelinder Temperatur; erst bei 200—300° gehen die anderen Stoffe über. Durch nochmalige Destillation erhielt ich es fast ganz rein. — Es bildet im reinen Zustande eine feste, krystallinische Masse, welche über 48° C. schmilzt, bei 48° erstarrt, und zwar bei langsamem Erkalten in glänzenden Blättchen. Aus Weingeist krystallisirt es bei langsamem Erkalten in schönen Blättern. Diese sind geschmack- und geruchlos, werden schon beim Kochen des Wassers verflüchtigt, lassen sich unverändert destilliren, werden durch Alkalien durchaus nicht verändert, lösen sich bei 54° in Weingeist von 0,812 in allen Verhältnissen, leicht in Aether, nicht in Wasser; brennen angezündet wie Wachs. Heisse Schwefelsäure und Salpetersäure zersetzen das Aethal. Chevreul fand es zusammengesetzt aus 79,77 C, 13,94 H,

6,29 O. Er leitet daraus die Formel ab $C_{17}H_{36}O$, oder $C_{17}H_{34} + H_2O$. Es würde also, wie der Aether und der Alkohol, aus einem Doppelkohlenwasserstoff CH_2 , verbunden mit Wasser, bestehen; und zwar würde sich

im Alkohol	100 CH_2	verbunden haben mit	7,90	1 Aq.
im Aether	100 CH_2	-	31,61	4 -
im Aethyl	100 CH_2	-	63,23	8 -

Dieses höchst merkwürdige Verhalten hat Chevreul veranlasst, den Namen Aethyl zu wählen. Die Formel, welche er aufstellt, ist wohl nicht die richtige, sondern man muss die annehmen, welche Dumas und Péligot eingeführt haben $C_{33}H_{68}O_2$. Diese giebt: 79,67 C, 13,82 H, 6,51 O. D. u. P. fanden in der Analyse 79,2 C, 14,2 H, 6,6 O.

Destillirt man das Aethyl mit wasserfreier Phosphorsäure, so erhält man einen Kohlenwasserstoff, das Ceten $C_{32}H_{64}$ (s. dieses). Man kann das Aethyl ansehen als das Hydrat des Oxyds eines Radikals Cetyl $C_{32}H_{66}$ (s. dieses).

Durch Alkalien wird unter Wasserstoffgasentwicklung eine neue Säure, die Aethylsäure, gebildet. M.

Aethylsäure. Wenn man 1 Theil Aethyl mit 5—6 Theilen eines Gemenges von gut gebranntem Kalk, und bis zur Rothglühhitze erhitztem Kali bis zu $+210^\circ$ C. erwärmt, so erhält man unter reichlicher Wasserstoffentwicklung eine neue Säure, welche sich mit den angewendeten Basen vereinigt. Durch Salzsäure wird sie in Gestalt weisser Flocken abgeschieden. Im reinen Zustande ist sie fest, farblos, geruchlos, geschmacklos, leichter als Wasser, bei 55° zu feinen strahligen Nadelgruppen erstarrend; unlöslich in Wasser, leicht löslich in heissem Alkohol und Aether. Sie ist unzersetzlich flüchtig, treibt beim Schmelzen Kohlensäure aus. Sie besteht aus $C_{32}H_{64}O_2$. Ihre Salze sind unlöslich in Wasser und Alkohol, mit Ausnahme des Kali-, Natron- und Ammoniaksalzes. Die unlöslichen bereitet man durch Fällung der alkoholischen Metallsalzaufösungen durch alkoholische Lösung des Kalisalzes. Aethylsaurer Kalk, Baryt, Magnesia, Zinkoxyd, Manganoxydul, Eisenoxydul, Zinnoxid, Bleioxid, Quecksilberoxydul, Silberoxyd sind weiss. Das Eisenoxydsalz ist dunkelgelb, das Kobaltoxydsalz rosenroth, das Kupferoxydsalz blassgrün. Das Bleisalz ist leicht schmelzbar, das Silberoxydsalz zersetzt sich schnell.

In den Salzen tritt ein Atom Wasser aus der Säure aus; sie bestehen aus: $C_{32}H_{62}O_2 + RO$. Die Säure ist von Dumas und Stas entdeckt. (Vergl. Journ. für pract. Chemie. B. XXI. p. 275.) M.

Aether (allgemeiner) war in der Vorstellung der Alten die reinere, von den Göttern geathmete Himmelsluft ($\alpha\acute{\iota}\theta\epsilon\rho\acute{\iota}\varsigma$) im Gegensatz zu der Erdenluft ($\gamma\acute{\iota}\theta\epsilon\rho\acute{\iota}\varsigma$). In der neueren Physik bezeichnet es ein sehr dünnes, elastisches, nicht wahrnehmbares Fluidum, das, alle wahrnehmbaren Körper durchdringend, den ganzen Raum erfüllt und durch seine Schwingungen in unsern Sehnerven die Lichtempfindung auf ähnliche Weise hervorruft, wie die Luftschwingungen im Ohre den Schall. s. d. Art. Licht, Undulationstheorie. A.

Aether, Schwefeläther, Naphtha, Vitriolnaphtha, Aethyloxyd, Aetherinhydrat u. m. A. Diese merkwürdige Verbindung, schon länger als 300 Jahre bekannt, wurde zuerst von Valerius Cordus 1540 beschrieben, und 200 Jahre später von Frobenius (1730) zuerst wieder beachtet. Dieser nannte den Körper zuerst Aether. Die neuere Zeit hat eine ausserordentliche Menge von Untersuchungen über denselben geliefert, und die Aufmerksamkeit der Chemiker ist noch immer auf ihn gerichtet; noch immer ist er der Schlüssel zu einer Menge der wichtigsten und interessantesten Entdeckungen.

Er entsteht dadurch, dass man dem Alkohol Wasser entzieht durch die Einwirkung der Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arseniksäure, Fluorbor, Fluorkiesel, Chlorzink u. s. w. (Vergl. Aetherbereitung und Aetherbildung.)

In reinem, wasserfreiem Zustande bildet der Aether eine wasserhelle, farblose, sehr leicht bewegliche, neutrale, die Elektrizität nicht leitende Flüssigkeit, welche nach Gay-Lussac bei $+20^{\circ}$ ein spec. Gew. von 0,7155 besitzt. Er hat einen starken, belebenden, durchdringenden Geruch, einen süsslichen, kühlenden, starken Geschmack. Bei $35,66^{\circ}$ beginnt der Aether zu kochen, (bei 28° B.) und verändert, wenn er rein ist, seinen Siedepunkt nicht; das spec. Gew. seines Dampfes ist nach Berzelius und Dulong 2,581, nach Gay-Lussac 2,586. Das Lichtbrechungsvermögen fand Dulong zu 5,177. Die Temperaturen, welche Quecksilber und schweflige Säure zum Erstarren bringen, sind nicht im Stande, den Aether gefrieren zu lassen, wenn er vollständig wasserfrei ist. Enthält er, wie der gewöhnliche, etwas Wasser, so setzt er bei -31° kleine, breite, krystallinische Blättchen ab, (Fourcroy und Vauquelin) welche wahrscheinlich das Hydrat des Aethers sind, bei -44° erstarrt er zu einer weissen, festen Masse. Da der Aether einen sehr niedrigen Kochpunkt hat, geht seine Verdampfung schon bei der gewöhnlichen Temperatur vor sich, und ist noch stark bei einer Temperatur unter 0° ; dabei wird viel Wärme absorbirt oder Kälte entwickelt, so dass man mit Leichtigkeit ein Thermometer, dessen Kugel mit Baumwolle umgeben ist, auf welche man Aether tröpft, durch starkes Herumschwenken auf -10° kann fallen lassen. Im luftleeren Raum ist die Verdampfung sehr stark, so dass eine heftige Kälte entsteht. (-40°).

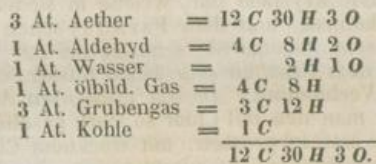
Die Zusammensetzung des Aethers ist zuerst von Saussure nähernd angegeben worden, später von Gay-Lussac, Dumas und Boullay festgestellt worden. Darnach besteht er aus $C_4H_{10}O$, oder

$4 C = 305,748 = 65,31$	$4 C = 4. 0,8428 = 3,3712$
$10 H = 62,398 = 13,33$	$10 H = 10. 0,0688 = 0,6880$
$1 O = 100,000 = 21,36$	$1 O = 1. 1,1026 = 1,1026$
$1 \text{ At. Aether} \quad 468,146 \quad 100,00$	$\text{spec. Gew. d. Dampfes} \quad \frac{5,1618}{2} = 2,5809.$

Man kann sich den Aether vorstellen als das Hydrat von C_4H_8 , dem ülbildenden Gase, oder als das Oxyd eines Kohlenwasserstoffs C_4H_{10} , des Aethyls. Vergl. hierüber Aethertheorie. Bei Gegenwart von Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft wird der Aether leicht entzündet und verbrennt dann mit heller Flamme, in-

dem er sich vollständig oxydirt zu Kohlensäure und Wasser. Lavoisier bestimmte annähernd die Quantitäten derselben und suchte daraus die Zusammensetzung des Aethers abzuleiten; auch den Alkohol untersuchte er auf diese Weise; es ist diess die erste Idee zur organischen Analyse. Wird Aetherdampf mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gemengt und (durch den elektrischen Funken) entzündet, so erfolgt eine sehr heftige Explosion. Dieser Umstand hat schon mehrere traurige Unglücksfälle herbeigeführt, indem man Zimmer, in denen sich Aetherdampf befand, bei der Aetherbereitung oder dadurch, dass Gefässe, in denen Aether enthalten war, zerbrochen wurden, mit einem brennenden Lichte betrat. Das Haus des Apothekers Pagenstecher in Bern wurde auf diese Weise gänzlich zerstört. Bietet man dem Aether nur wenig Sauerstoff bei der Erhitzung dar, so verbrennt er unvollständig; er oxydirt sich, wird sauer, indem sich die sogenannte Lampensäure oder Aethersäure bildet, welche namentlich aus Aldehydsäure besteht (s. diese). Man erhält diese Verbrennungsprodukte sehr leicht, bei der Verbrennung des Aethers in der Davyschen Glühlampe ohne Flamme; wenn man mit Aether (oder Alkohol) den Leidenfrost'schen Versuch anstellt; wenn man Aether tropfenweis auf einen heissen (150°) Backstein, selbst in kochendes Wasser fallen lässt. Im Dunkeln bemerkt man einen matt leuchtenden blauen Schein; zugleich nimmt man den eigenthümlichen stechenden Geruch wahr, welcher diese Verbrennungsprodukte charakterisirt.

Beim Ausschluss der atmosphärischen Luft erhitzt, zersetzt sich der Aether bei einer Temperatur, welche die Glühhitze noch nicht erreicht. Bei dieser, durch eine Porzellanröhre geleitet, erhält man Aldehyd, Grubengas, Wasser und ölbildendes Gas, unter Absatz von Kohle. Man kann sich die Reaction durch folgendes Schema veranschaulichen:



Leitet man das Gas durch eine kalte Röhre von -10° , um allen Aether abzuscheiden, und lässt Chlor darauf einwirken, so findet man nicht Chloräther gebildet (Elaichlorür), sondern mehrere andere Produkte, welche noch nicht hinreichend untersucht sind. Ueber glühenden Aetzkalk geleitet, erhält man aus dem Aether unter Absatz von Kohle, kohlensauren Kalk, ölbildendes Gas, und eine essiggeist-ähnliche Flüssigkeit. Durch eine weissglühende Porzellanröhre geleitet, bilden sich unter Abscheidung von Kohle brennbare Gasarten, und ungefähr 1 pCt. eines weissen, kampherartigen, krystallinischen Körpers. Alle diese Produkte bedürfen noch einer sorgfältigen Untersuchung.

Lässt man Chlor auf Aether einwirken, so findet eine sehr heftige Reaction statt, welche namentlich Anfangs jedesmal die Entzündung des Aethers durch die hineintretenden Chlorgasbläschen herbei-

führt. Im directen Sonnenlichte wird diese Einwirkung zur Explosion gesteigert. Ganz gefahrlos ist sie indessen, wenn man den Aether bis auf -10° abkühlt und nun Chlor darauf einwirken lässt. Man kann, wenn die Reaction eine Zeit lang gedauert hat, wobei sich eine ausserordentliche Menge von Chlorwasserstoffsäure entwickelt, nachher das abkühlende Gemisch entfernen, selbst Hitze anwenden, um zuletzt die Reaction zu unterstützen. Es wird durch das Chlor der Wasserstoff des Aethers nach und nach ausgeschieden, indem sich dieser mit Chlor zu entweichender Chlorwasserstoffsäure vereinigt. An die Stelle des ausgeschiedenen Wasserstoffs tritt, Aequivalent für Aequivalent, Chlor; das letzte, nicht mehr durch Chlor veränderliche Produkt ist $C_4Cl_{10}O$. (Regnault: Journ. f. prakt. Chem. B. XIX. p. 267.) Man müsste dieses Produkt Chloräther nennen oder gechlorten Aether. Bevor diese letzte Chlorungsstufe entsteht, erzeugen sich erst noch eine Anzahl anderer Verbindungen, welche weniger Chlor enthalten. Es bildet sich eine ölähnliche, schwerflüssige, farblose Substanz, welche etwas Chloral enthält, und vielleicht eine Chloraldehydverbindung. Wäscht man die Flüssigkeit einige Tage mit Wasser, trocknet sie im Vacuum über Schwefelsäure und Kali, so erhält man die Substanz rein; sie ist farblos, ölig, reagirt neutral, kocht bei 140° ; mit Wasser in Berührung, zerlegt sie sich nach einigen Tagen in Chlorwasserstoffsäure und Essigsäure. Diese Reaction hat Veranlassung gegeben, den Körper als eine Essigsäure anzusehen, welche 2 Aeq. Sauerstoff gegen 2 Aeq. Chlor ausgetauscht hat. Malaguti fand sie in der That zusammengesetzt aus $C_4H_6OCl_4$. Liebig nennt sie Acetyloxychlorür. Wird sie mit Kalium behandelt, so bildet sich Chlorkalium, und eine Gasart, welche nach Malaguti aus $C_4H_6OCl_4$ besteht, entsprechend der acetyligen Säure.

Regnault's Verbindung, welche nur aus $C_4Cl_{10}O$ besteht, stellt schöne weisse Krystalle dar, welche in siedendem Alkohol aufgelöst werden können, und dem Faraday'schen Kohlenstoffsesquichlorür C_4Cl_{12} sehr ähneln. Sie schmilzt bei 69° , siedet über 280° , und bleibt nach dem Erkalten sehr lange flüssig, ohne zu erstarren; Kali zerlegt die Verbindung. Diesen gechlorten Aether erhält man am besten, wenn man den mit Chlor so stark gesättigten Aether, dass er gelb geworden ist, in grossen, mit trockenem Chlor gefüllten Flaschen dem directen Sonnenlicht aussetzt.

Leitet man hingegen durch den Aether fortwährend Chlor, indem man ihn zuletzt zum Sieden erhitzt, so bleibt endlich, wenn keine Chlorwasserstoffsäure sich mehr entwickelt, eine schwere, aromatisch riechende Flüssigkeit von 1,611 spec. Gew., welche bei 139° siedet. Wasser und Kalilauge wirken nicht darauf ein; Schwefelsäure verändert sie nur in der Hitze, indem sich dieselbe schwärzt. Kali, in Alkohol gelöst, zerlegt die Substanz unter Bildung von Chlorkalium.

Brom wirkt ganz ähnlich auf den Körper ein; Jod ausserordentlich schwach; die Auflösung von Jod in Aether enthält nach einiger Zeit Jodwasserstoffsäure. — Chlorschwefel löst den Aether ohne bedeutende Erwärmung auf. Die Flüssigkeit entwickelt namentlich beim Sieden Chlorwasserstoffsäure, schweflige Säure, und ein sehr complicirter, chlor- und schwefelhaltiger Körper bleibt zurück. Von Schwefel, wie von Phosphor löst der Aether ein wenig auf. Die

letztere Verbindung ist leicht entzündlich, im Dunkeln leuchtend, wird als Arzneimittel benutzt. Aether phosphoratus. — Mit dem Wasser vermischt sich der Aether nur in geringem Maasse. Von diesem lösen 36 Theile nur 1 Th. Wasser auf, und dieses nimmt dagegen $\frac{1}{10}$ Aether auf. Kalium und Natrium zerlegen den Aether sehr schwach, fast gar nicht, wenn er ganz wasserfrei ist; mit Leichtigkeit, wenn ihm viel Weingeist beigemischt ist. Alkalien zerlegen bei gewöhnlicher Temperatur den Aether nicht, bei Zutritt der Luft darin aufgelöst, befördern sie dessen Oxydation, er wird braun, und man findet nachher Essigsäure, Aldehydsäure, Aldehydharz u. s. w. darin.

Durch Salpetersäure wird der Aether zerlegt; es bildet sich Salpeteräther. Von wasserfreier Schwefelsäure wird er heftig absorbiert, es bildet sich die von Magnus entdeckte Isaethionsäure. Von englischer Schwefelsäure wird der Aether in sehr grosser Menge aufgelöst, und durch Zusatz von Wasser wieder unverändert abgeschieden. Wird das Gemisch erhitzt, so bildet sich Aetherschwefelsäure, bei noch stärkerer Erhitzung ölbildendes Gas, schweflige Säure und Kohlensäure.

Mit Alkohol gemischt, was in allen Verhältnissen geschehen kann, bildet er den Spiritus sulphurico-aethereus oder Liquor anodynus mineralis Hoffmanni: die Hoffmann'schen Tropfen. (1 Th. Aether von 0,72 spec. Gew. und 3 Th. Alk. von 0,83 spec. Gew. Die Mischung hat ein spec. Gew. von 0,855—0,865.)

Der Aether löst eine grosse Menge von Stoffen auf, die zum Theil in andern Flüssigkeiten nicht löslich sind; er kann daher häufig, besonders bei der Analyse von Pflanzen- und Thierstoffen, benutzt werden, namentlich nimmt er Harze, Wachs, Oele u. s. w. auf, welche im Wasser gar nicht, in Weingeist häufig schwierig löslich sind. M.

Aetherarseniksäure, von F. d'Arcet, an Baryt gebunden, dargestellt. Die Zusammensetzung, welche er dafür angiebt, $2C_2H_3As_2O_7$, oder $2(C_2H_3O) + As_2O_5$, (Institut An. 3. N. 135. p. 394.) ist jedenfalls unrichtig. Es ist mir wiederholt nicht gelungen, die Säure darzustellen. M.

Aetherarten, zusammengesetzte Naphthen. Der Aether kann sich in dem Augenblicke, wo er entsteht (status nascens), sehr leicht mit Säuren vereinigen und mit ihnen Verbindungen bilden, welche meist flüchtig sind, einen ätherischen Geruch und meist nicht unangenehmen Geschmack besitzen. Am leichtesten erhält man diese zusammengesetzten Aether, welche man als neutrale Salze des Aethyloxyds betrachten kann, durch Kochen von Alkohol (am besten wasserfreiem) mit Schwefelsäure und einer andern organischen Säure. Die Schwefelsäure selbst liefert nicht eine solche neutrale Verbindung, sondern nur eine saure, die Aetherschwefelsäure, eben so wenig die Phosphorsäure und die Arseniksäure. Unter den anorganischen Säuren sind es nur die Kohlensäure und salpetrige Säure, welche sich mit dem Aether auf diese Weise verbinden können; die Cyansäure liefert eine Verbindung, welche den Aethersäuren entspricht. Manche dieser Aetherarten bilden sich jedoch schon, wenn man die Säure allein mit dem Alkohol der Destillation unterwirft, z. B. der Oxaläther. Das

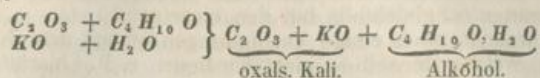
Sieden muss indess hier viel länger fortgesetzt werden, als mit Zusatz von Schwefelsäure, und die Substanzen müssen so wasserfrei wie möglich angewendet werden. Einige Aetherarten kommen durch die Vermittelung der Chlorwasserstoffsäure zu Stande, indem man die Säure in Alkohol auflöst, und nun einen raschen Strom von trockner Chlorwasserstoffsäure hindurchleitet. Auf solche Weise entsteht z. B. der Hippursäureäther, der Aconitäther. Andere Säuren bedürfen durchaus der Anwesenheit der Schwefelsäure, z. B. die Citronensäure, die Essigsäure. Diese letztere verbindet sich am leichtesten mit dem Aether, wenn sie in dem Augenblicke, wo sie frei wird, mit Alkohol und Schwefelsäure in Berührung kommt, also indem man ein essigsames Salz, Bleioxyd, oder Natron, oder Kalkerde, mit Schwefelsäure und Alkohol destillirt. Auch die stickstoffhaltigen zusammengesetzten Säuren liefern die zusammengesetzten Aetherarten, die dann meistens ausgezeichnet schön krystallisiren. Dahin gehören der Zimmsalpeter-, Benzoësalpeter-, Anissalpeter-, Pikrinsalpetersäure-, Indigsäure-Aether, welche Mitscherlich entdeckt hat. Einige organische Säuren geben gar keine Aetherarten, vielleicht, weil sie bei der Temperatur, bei welcher die Bildung vor sich gehen würde, durch die Anwesenheit der Schwefelsäure zersetzt werden, und allein zu wenig kräftig sind, um die Aetherification einzuleiten, z. B. Weinsäureäther, Aepfeläther.

Bei der Bildung dieser Verbindungen kommt es durchaus nicht auf die Stärke der Säure an, denn die schwächsten Säuren, Schleimsäure, Brenzschleimsäure, alle Fettsäuren sind im Stande, sie zu erzeugen. Auch diese sind meist krystallisirt.

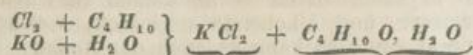
Die Zusammensetzung dieser Körper ist ganz constant, sie bestehen aus einem Aequivalent der wasserfreien Säure und einem Aequivalent Aether. Dumas, welcher mit Boullay die erste ausführliche Untersuchung über dieselben angestellt hat (Pogg. Ann. XII. p. 430.), betrachtete sie als Verbindungen der wasserhaltigen Säure mit dem ölbildenden Gase C_4H_8 , so dass z. B. der Oxaläther anzusehen sey als $C_2O_3 + C_4H_8O$ und als $C_2O_3, H_2O + C_4H_8$. Da wir aber den Aether als das Oxyd des Aethyls C_2H_5O betrachteten, so können wir die Dumas'sche Ansicht nicht theilen. Ganz ähnliche Verbindungen erhalten wir, wenn wir statt der Sauerstoffsäuren Wasserstoffsäuren anwenden z. B. Chlorwasserstoffsäure. Bei der Destillation von Kochsalz, Schwefelsäure und Alkohol erhalten wir eine Verbindung, welche aus C_2H_5Cl besteht; man kann sie also ansehen als Chloräthyl; Dumas betrachtet sie als Verbindung der Chlorwasserstoffsäure mit dem ölbildenden Gase $Cl_2H_2 + C_4H_8$. Die Verbindungen des ölbildenden Gases sieht er denen des Amoniaks ganz analog an.

Die Verhältnisse, in denen sich die Aetherarten bei ihrer Bildung verdichten, sind nicht immer dieselben. So sind z. B. in einem Vol. Oxaläther nach Dumas und im Kohlensäureäther nach Ettling von den beiden Elementen 1 Vol. enthalten. Von jedem Elemente ist indessen nur $\frac{1}{2}$ Vol. in 1 Vol. Aether enthalten im Essigäther (Dumas), Salpeteräther (Dumas), Benzoëäther (Dumas, Mitscherlich), Zimmtäther (Marchand), Ameisenäther (Liebig) u. s. f. Wenn man diese Aetherarten mit wässrigen Alkalien behandelt, so zerlegen sie sich,

indem die Säure das Alkali sättigt und das Wasser sich mit dem Aether zu Alkohol vereinigt. Es entsteht also z. B. aus Oxaläther und Kalihydrat



Dasselbe geschieht bei der Zerlegung der Wasserstoffsäurenäther, oder vielmehr der Verbindungen der Salzbilder mit dem Aethyl, z. B. Chloräthyl und Kalihydrat:



Den Aether selbst kann man nur aus den Verbindungen durch concentrirte Schwefelsäure abscheiden, welche dem gebildeten Alkohol sogleich das Wasser entzieht.

Nicht alle Alkalien wirken hier gleich; namentlich zeigt das Ammoniak eine Verschiedenheit, die sich besonders bei der Einwirkung auf den Oxaläther kund giebt: hier entsteht nämlich das Oxamid. Bei den meisten andern Aetherarten wirkt es wie das Kali, Natron, Baryterde, Kalkerde. Einige Aetherarten, z. B. Oxaläther, Essigäther, salpetriger Aether (Salpeteräther), Ameisenäther zerlegen sich schon bei Berührung mit Wasser sehr leicht; oft schon in einigen Stunden. Sie sind alle in Alkohol sehr leicht, in Wasser fast gar nicht auflöslich, sie können daher aus dem Alkohol, wenn sie nicht krystallisiren, durch Wasser in Gestalt öligter Tropfen abgeschieden werden. Um sie zu reinigen, löst man sie nochmals in Alkohol, filtrirt sie, erhitzt die Lösung mit gereinigter Thierkohle, und dampft sie im Vacuum über Schwefelsäure ein. Wenn sie flüchtig sind, wie der Essigäther, Oxaläther, so kann man sie durch Destilliren reinigen; enthalten sie freie Säure, so kann diese Destillation über Bleioxyd vorgenommen werden, ohne den Aether zu zersetzen. Das Zerfallen der Aetherarten in Alkohol und eine Säure, hat grosse Aehnlichkeit mit der Verseifung der Fettarten. Diese zerlegen sich dabei in Glycerin (Oelsüss) und in Fettsäure; aus diesem Grunde sah Chevreul diese Fettarten als eine Art dieser Verbindungen an. — Lässt man auf die Aetherarten Chlor oder Brom einwirken, so erhält man zuerst eine Einwirkung auf den Aether, aus diesem wird der Wasserstoff abgeschieden, der sich nun mit dem Chlor zu Chlorwasserstoff vereinigt, also frei entweicht. An die Stelle des Wasserstoffs tritt eine gleiche Aequivalentenmenge Chlor; sodann wird, zuweilen sehr schwierig, und nur unter Einfluss der Wärme und des Sonnenlichts, der Wasserstoff der Säure auch ausgeschieden, indem auch hier Chlor dafür eintritt. (Vergl. d. Art. Substitution). Nach Malaguti wird auf diese Weise aus dem Oxaläther $C_2 O_3 + C_4 H_{10} O = C_6 H_{10} O_4$, endlich der Chloroxaläther $C_6 Cl_{10} O_4 = C_2 O_3 + C_4 Cl_{10} O$. (Journ. f. prakt. Chem. XXII. 202.) Aus dem Essigäther wird $C_4 H_6 O_3 + C_2 H_2 Cl_4 O$; es ist also noch nicht aller Wasserstoff aus dem Aether ausgeschieden worden. (Ibid. B. XVIII. p. 52.) Indem ich auf den Essigäther Brom einwirken liess, erhielt ich eine Verbindung, welche keinen Was-

serstoff mehr enthielt, sondern sich darstellte aus $C_4Br_2O_3 + C_4Br_{10}O$. Wie die einzelnen Aetherarten durch diese Reaction verändert werden, siehe bei den einzelnen selbst. Die Einwirkung des Kaliums auf die Aetherarten, s. gleichfalls bei den einzelnen.

Man benennt noch einige Verbindungen oft mit dem Namen Aetherarten, welche denselben nicht verdienen z. B. Chloräther, Salzäther, Sauerstoffäther (Acetal) u. s. f. Diese sind Verbindungen verschiedener Art.

Aetherate. Eben so wie der Alkohol im Stande ist, sich mit Salzen zu krystallisirbaren Verbindungen zu vereinigen, gleich dem Krystallwasser, und Alkoholate zu bilden, welche zuerst von Graham bemerkt sind, so kann es auch der Aether; diese Verbindungen müssen Aetherate genannt werden. Ich habe dergleichen mit ätherschwefelsauren Salzen darstellen können z. B. mit dem Natriumsalz.

Aetherbereitung. Der Aether wird immer aus dem Alkohol dargestellt, indem man diesem Wasser entzieht. Die Zusammensetzung des Alkohols ist $C_4H_{10}O_2$, die des Aethers $C_4H_{10}O$, so dass sich beide nur durch die Elemente des Wassers in ihrer Zusammensetzung unterscheiden. Die Entziehung des Wassers kann theils durch Säuren, theils durch Chlor- und Fluorverbindungen hervorgebracht werden, nicht durch Alkalien. (Vergl. Aetherbildung.) Gewöhnlich, und im Grossen immer, wendet man dazu die Schwefelsäure an. Im Kleinen nimmt man die Darstellung des Aethers am besten in einem Glaskolben vor, in welchem man vorsichtig 100 Th. englische Schwefelsäure, 20 Th. Wasser, und 50 Th. absoluten Alkohol mischt. Die Flüssigkeit wird bis zu $140^\circ C$. erhitzt, wobei sie in Aether und in Wasser zerfällt, welche beide überdestilliren, während die Schwefelsäure zurückbleibt. Man lässt nun genau so viel Alkohol hinzuströmen, wie in Aether und in Wasser umgewandelt wird, so dass der Stand der Flüssigkeit in dem Kolben immer unverändert bleibt. Die entweichenden Dämpfe werden sorgfältig abgekühlt, und condensiren sich nun zu zwei Schichten, von denen die obere der Aether, die untere Wasser ist. Da jedoch der Aether etwas Wasser auflösen kann und dieses etwas Aether, und ausserdem unzersetzter Alkohol mechanisch mit fortgerissen wird, welcher sich gleichfalls dem Aether beimischt, so wird die obere Schicht durch eine Pipette abgenommen, und im Wasserbade, oder auch über Chlorcalcium rectificirt. Die Schwefelsäure kann, da sie nicht verändert wird, fast ununterbrochen benutzt werden, um den Alkohol in Wasser und Aether zu zerlegen.

Im Grossen wendete man früher das Verfahren an, dass man den Alkohol und die Schwefelsäure auf einmal mischte, und der Destillation unterwarf; dabei hatte man indessen theils Verlust, theils keine so reine Reaction, so dass man namentlich das sogenannte Weinöl erhielt, welches den Aether verunreinigte. Man hat aber auch jetzt im Grossen die Methode angewendet, den Alkohol nach und nach zu der Schwefelsäure zu bringen, und zwar mit ausserordentlichem Vortheil. Eine Mischung von 5 Th. Weingeist von 90 pCt. und 9 Th. englischer Schwefelsäure, welche 18,5 pCt. Wasser ent-

hält, bringt man in eine grosse tubulirte, in einem Sandbade liegende Retorte, welche mit dem Gemenge etwas über die Hälfte angefüllt sein darf. In Ermangelung einer tubulirten Retorte, kann man oben ein Loch einschleifen lassen. Durch den Tubulus, den man mit einem durchbohrten Kork verschliesst, geht ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr, welches etwas in die Flüssigkeit hineintaucht, und auf der anderen Seite durch eine Caoutchouc-Verbindung mit einem Gefäss verbunden ist, welches den zum Nachfliessen bestimmten Alkohol enthält. Durch einen im Rohre befindlichen Hahn kann man den Zufluss des Alkohols reguliren. An die Retorte bringt man einen Kühlapparat, in welchem die entweichenden Dämpfe vollständig condensirt werden. Sobald die Mischung in's Kochen gekommen ist und Aether erzeugt, lässt man den Alkohol langsam hinzufließen, so dass das Niveau der stark kochenden Flüssigkeit sich nicht ändert. Die Retorte kann auch im Grossen von Kupfer sein, welche am besten dick verbleit ist. Bei richtig geleiteter Arbeit erleidet die Schwefelsäure fast keine Veränderung, und man ist im Stande, mit wenigen Pfunden derselben mehrere hundert Pfund Aether zu erhalten. Der Aether wird bei der Darstellung noch unrein gewonnen und enthält meist noch Alkohol, Wasser, Essigsäure, etwas schwellige Säure, (besonders durch die fremden Bestandtheile des unreinen Weingeistes erzeugt) und Weinöl. Er wird nun mit einem gleichen Volumen Wasser und etwas Kalkmilch wohl durch einander geschüttelt und, ohne abgeschieden zu werden, aus einer grossen kupfernen Blase rectificirt. Zuerst geht Aether über, welcher 0,720—0,725 spec. Gew. bei 16° zeigt, und dieser ist fast ganz rein; durch Stehen über Chlorcalcium und Rectification im Wasserbade wird er absolut rein. Man erhält von diesem ungefähr $\frac{3}{4}$ des Gewichts vom rohen Aether; sodann folgt ein dem rohen gleicher Aether, hierauf mit Weinöl stark verunreinigter Alkohol und zuletzt Wasser mit Weinöl, welches theils obenauf schwimmt, theils zu Boden sinkt. Der schlechte Aether wird wie der rohe behandelt, der wiedergewonnene Alkohol zur Darstellung des Aethers wieder benutzt. Man kann zur Darstellung des Aethers ohne Nachtheil schlechten, übelriechenden Kartoffelalkohol anwenden. (Vergl. Wittstock Pogg. Ann. B. XX. p. 461.) M.

Aetherbildung. Man ist nur im Stande, den Aether aus dem Alkohol zu erzeugen, aber aus diesem mittelst einer grossen Anzahl von Reactionen. Früher wusste man allein, dass die Schwefelsäure im Stande sey, diese Umwandlung des Alkohols hervorzu- bringen, und da man offenbar sah, dass sich mit dem Aether noch Wasser aus dem Alkohol bildete, so nahmen Fourcroy und Vau- quelin an, dass dem Alkohol durch die Schwefelsäure Wasser ent- zogen und dieses von der concentrirten Säure aufgenommen werde. Bei dem Sieden der Flüssigkeit gehe der neu erzeugte Aether über, und zugleich trenne sich dabei das Wasser von der Schwefelsäure und destillire mit dem Aether ab, während jetzt die Schwefelsäure, wieder concentrirt, im Stande sey, aufs Neue den Alkohol zu zer- legen. Man sieht dabei die Rolle der Schwefelsäure nicht deutlich ein, indem diese in dem Augenblick, wo sie das Wasser verliert, schon wieder fähig wird, das Wasser zu entziehen, welches erst aus

einer Verwandtschaft abgeschieden werden muss, da doch das entweichende Wasser viel leichter aufgenommen werden könnte. Fourcroy und Vauquelin übersahen dabei die Existenz der schon von Dabit bemerkten, später von Sertürner noch einmal entdeckten, und endlich von einer grossen Anzahl von Chemikern untersuchten Aetherschwefelsäure, durch deren Bildung und Eigenschaften die Entstehung des Aethers genügend erklärt werden kann. Die Aetherschwefelsäure besteht nach meinen Untersuchungen aus 1 At. Aether

und 2 At. wasserfreier Schwefelsäure, $C_4 H_{10} O + 2 \ddot{S}$, welche sich im freien Zustande mit einem Aeq. Wasser, und in den Salzen mit einem Aeq. Basis vereinigen. Wenn die Aetherschwefelsäure mit ein wenig Wasser (1 Aeq.) vermischt und erhitzt wird, so wirkt die Schwefelsäure auf das Wasser der Säure und auf das überschüssige Wasser ein, sie verbindet sich damit und der Aether entweicht;

aus $C_4 H_{10} O + 2 \ddot{S} + \dot{H}$, \dot{H} wird $C_4 H_{10} O, 2 \ddot{S} \dot{H}$. Der Wasserzusatz kann sogar 3 At. betragen, es scheidet sich noch immer Aether aus,

und die Schwefelsäure stellt dann die Verbindung $\ddot{S} 2 \dot{H}$ dar; wenn indessen noch mehr Wasser zugegen ist, dann erhält man wenig oder endlich gar keinen Aether, sondern Alkohol, indem der sich ausscheidende Aether, im status nascens mit dem Wasser sich vereinigt, welches durch die Verwandtschaft zur Schwefelsäure nicht mehr zurückgehalten werden kann. Ist hingegen zu wenig Wasser da, und destillirt man z.B. nur die concentrirte wässrige Aetherschwefelsäure, so wirkt das eine At. der Schwefelsäure auf das Wasser ein, das zweite aber auf den Aether, und man erhält namentlich wasserhaltige

Schwefelsäure und ölbildendes Gas; denn aus $C_4 H_{10} O + 2 \ddot{S}, + \dot{H}$

wird dann $C_4 H_8, H_2 O, + \ddot{S}, \ddot{S} \dot{H}$. Dabei entstehen nun noch einige Nebenprodukte, durch den Einfluss der hohen Temperatur hervorgebracht. Bei der Vermischung von Alkohol mit Schwefelsäure erzeugt sich nun augenblicklich die Aetherschwefelsäure. Aus $C_4 H_{12} O_2 + 4 \ddot{S} \dot{H}$

wird $C_4 H_{10} O + 2 \ddot{S} + \dot{H}, 2 \ddot{S}, 4 \dot{H}$. Wenn man dieses Gemisch nun der Destillation unterwirft, so ist genug Wasser vorhanden, um die Schwefelsäure damit vollständig zu verbinden, und ihren zersetzenden Einfluss auf den Aether aufzuheben, und wiederum nicht hinreichend genug Wasser, um den Aether in Alkohol umzuwandeln. Wir haben nun bei der Erhitzung des Gemisches nicht nur das Entweichen des durch die Zerlegung der Säure abgeschiedenen Aethers, sondern auch des Wassers, welches sich mit der Schwefelsäure verbunden hatte, indem die Temperatur, bei der die Aetherdestillation vorgenommen wird (140°), zu hoch ist, als dass hier alles Wasser zurückgehalten werden könnte. Das Entweichen des Wassers wird ausserdem noch begünstigt durch das Entweichen des Aethers. Wenn nun in diesem Augenblick von Neuem Alkohol zu der Schwefelsäure hinzukommt, so bildet sie, indem sie das Wasser entweichen lässt, sogleich wiederum Aetherschwefelsäure, zerlegt den Alkohol in Aether und in Wasser, mit dem sich ein Theil der Schwefelsäure zu dem Hydrat vereinigt, welches das Wasser aber eben so leicht wie früher

wieder abgibt. Die Aetherschwefelsäure wird gleichfalls wieder zerlegt in Aether und wasserhaltige Schwefelsäure, die durch neu hinzukommenden Alkohol immer von Neuem das Wasser mit dem Aether vertauscht. Wir haben hier scheinbar einen ähnlichen Zirkel, wie ihn Fourcroy und Vauquelin aufgestellt hatten, indessen wird die Erscheinung durch die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Aether aufgeklärt. Diese ist so gross, dass schon bei der gewöhnlichen Temperatur das Wasser von einem Theil der Schwefelsäure gegen Aether vertauscht wird; ist die Schwefelsäure zu wasserhaltig, so hört die Reaction auf. Erhitzen wir die wasserhaltige Schwefelsäure mit Alkohol, so wird dadurch die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Aether erhöht, wir erhalten Aetherschwefelsäure, welche ihrerseits wiederum in Aether und wasserhaltige Schwefelsäure zerfallen kann. Dass es in der That die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Aether ist, welche das Entweichen des Wassers bewirkt, ersieht man sehr leicht daraus, dass man durch eine Temperatur von 140° aus der so verdünnten Schwefelsäure, wie sie in der Aethermischung sich befindet, bei weitem nicht so viel Wasser ausscheiden kann, als wenn man die Schwefelsäure mit dem Aether vereinigt. Noch deutlicher wird diess durch den Versuch erwiesen, wenn man Aether auf Schwefelsäure einwirken lässt. Bei der gewöhnlichen Temperatur löst die Schwefelsäure den Aether unverändert auf; fügt man Wasser hinzu, so entweicht derselbe wieder; erhitzt man das Gemisch, so erhält man Aetherschwefelsäure; und leitet man endlich Aetherdämpfe, und namentlich wasserhaltige Aetherdämpfe durch Schwefelsäure von 140° , so bildet sich Aetherschwefelsäure, während zuerst nur Wasser abdestillirt, und dann erst der Aether gleichfalls abgeschieden wird.

Der einzige Umstand, welcher Schwierigkeit macht, ist der, dass die Bildung der Aetherschwefelsäure bei derselben Temperatur zu Stande kommt, bei der sie sich schon zerlegt. Liebig hat deshalb angenommen, der in die Mischung hineinfließende Alkohol kühle an der Stelle, wo er eintritt, dieselbe so weit ab, dass die Erzeugung der zusammengesetzten Säure zu Stande kommen könne, und diese dann erst durch die höhere Temperatur des ganzen Gemisches, dem sie sich nach und nach beimenge, zerlegt werde. Diess indess ist unrichtig; denn leitet man Alkoholdämpfe in eine Schwefelsäure von 120° , so steigt durch die Dämpfe die Temperatur der Schwefelsäure selbst sehr bedeutend, ohne durch die kälteren Dämpfe abgekühlt zu werden; und wenn die ganze Masse der Schwefelsäure dadurch erhitzt wird, so muss diess noch vielmehr an der Stelle geschehen, wo die Berührungspunkte sind, da ja von ihnen die Erhitzung ausgehen muss. Man kann nun sagen, dass die Verwandtschaft des Aethers zur Schwefelsäure so gross ist, dass selbst eine vorübergehende Verbindung unter denselben Umständen erzeugt wird, welche fähig sind, diese Verbindung alsbald wieder aufzuheben.

Aehnlich wie die Schwefelsäure verhält sich nach Lassaigue's Entdeckung die Phosphorsäure, und nach Boullay die Arsensäure. Diese liefern, mit Alkohol destillirt, Aether, ohne jedoch im Stande zu sein, den Alkohol auf eben so ununterbrochene Weise zu zerlegen, wie die Schwefelsäure, da sie das Wasser nicht fahren lassen,

sondern mit ihm verbunden bleiben, und nun bald zu verdünnt sind, um Aether hervorzubringen.

Desfosses hat beobachtet, dass auch Fluorbor Aether aus dem Alkohol erzeugen könne, und ich habe ein Gleiches bei dem Fluorkiesel gefunden, wenn dasselbe sehr lange durch Alkohol geleitet wird. (Journ. f. prakt. Chem. XIII. 499.) Masson fand, dass Zinkchlorür gleichfalls den Aether erzeugen könne (ibid. B. XVII. p. 353), und Kuhlmann endlich, dass eine grosse Anzahl von Chlorüren diese Eigenschaft besässe. (Ann. der Pharm. XXXIII. p. 97. 193.) Kuhlmann ist geneigt, diese Erzeugungen von ähnlichen Verbindungen abzuleiten, wie die Aetherschwefelsäure, nur dass an der Stelle der Schwefelsäure sich die Chlorüre befänden. Indessen ist es wahrscheinlicher, dass hier in der That eine reine Wasserzersetzung stattfindet, welche dem Alkohol das Wasser entzieht, indem z. B. das Fluorbor dabei Borsäure und Boronfluorwasserstoffsäure bildet, eben so verhält sich das Fluorkiesel, auch Kieselsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure erzeugend.

Dieser Ansicht gegenüber steht die Theorie, welche zuerst von Mitscherlich aufgestellt worden ist, und zufolge welcher der Alkohol durch den Contact der heissen Schwefelsäure in Wasser und in Aether zerfällt, welche nun gleichmässig abdestillirt werden. Mitscherlich berücksichtigt nicht die Bildung der Aetherschwefelsäure, und hält ihre Existenz für die Aetherbildung in der That für unwesentlich. Vergl. Mitscherlich: Lehrbuch der Chemie. Bd. I. Aether und den Art. Contact. II. Rose hat gleichfalls eine Aethertheorie ausgearbeitet, indem er die Aetherbildung in Uebereinstimmung zu bringen sucht mit der Zerlegung mancher Doppelsalze, und die Aetherschwefelsäure als ein solches betrachtet, wie auch Berzelius, nämlich als schwefelsaures Aethyloxyd und, schwefelsaures Wasser $\ddot{S}C_4H_{10}O, \ddot{S}H$. (Vergl. Pogg. Ann. Bd. 48. p. 463.) Vergl. Art. Aethertheorie und Aetherschwefelsäure. M.

Aethercamphersäure $C_4H_{10}O + 2(C_{10}H_{14}O_2) + H_2O$
oder $\frac{1}{6}Ae + \frac{1}{3}Ca + \frac{1}{3}Ca$, von Malaguti entdeckt und untersucht.
Journ. f. prakt. Chem. XI. 294.

Darstellung. 10 Th. Camphersäure, 20 Th. Alkohol und 5 Th. Schwefelsäure werden zur Hälfte abdestillirt. Der Rückstand wird mit Wasser vermischt, wodurch ein öliger Absatz gebildet wird, der nach einigen Minuten dickflüssig wird. Er wird mit Wasser gewaschen, in Kali gelöst, die Lösung mit Salzsäure versetzt; der Niederschlag ausgewaschen und in Weingeist umkrystallisirt.

Eigenschaften. Bei der gewöhnlichen Temperatur hat die Säure die Consistenz der Melasse. Spec. Gew. bei $20,5^\circ = 1,095$. Sie ist durchscheinend, farblos, von schwachem, bitterem Geschmack, wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether löslich. Mit Wasser lange in Berührung, bildet sie Campheräther und Camphersäurehydrat; schneller geht die Zerlegung in der Siedehitze vor sich. Dasselbe geschieht durch Kochen mit Kali, und durch Destillation der Aethercamphersäure; dabei entsteht zugleich noch etwas ölbildendes Gas und Wasser.

Verbindungen. Die Salze der Säure sind zum Theil löslich, zum Theil unlöslich. Die Kalk-, Baryt-, Strontian-, Manganoxydul-, Kali-, Natron-, Ammoniaksalze sind in Wasser und Alkohol löslich. Thonerde, Zinkoxyd, Bleioxyd, Silberoxyd, Quecksilberoxyd, Eisenoxyd bilden unlösliche Verbindungen. Das Kupferoxydsalz, welches durch schwefelsaures Kupferoxyd aus dem Ammoniaksalze gefällt wird, ist anderthalbsauer mit 4 At. H verbunden. Das Silbersalz ist neutral und kann bis 100° erhitzt werden. M.

Aethercarboamid. (Loewig) Aetherkohlenamid; Urethan (Dumas); kohlen. Aethyloxyd- Kohlenoxyd-Amidid (Berzelius). $\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$, von Dumas entdeckt und analysirt. (Pogg. Ann. Bd. XXXI. 647. Journ. f. prakt. Chem. VII. p. 486.)

Darstellung. Man löst Chloroxalsäureäther, Dumas' Éther oxychlorocarbonique (Oxychlorocarbonäther) in Ammoniakflüssigkeit auf, verdunstet die Flüssigkeit im luftleeren Raum bis zur Trockne, destillirt den Rückstand in einer vollkommen trocknen Retorte im Oelbade; die neue Verbindung geht über, während Salmiak zurückbleibt. In der Vorlage erstarrt das Aethercarboamid zu einer blättrigen, wallrathartigen Masse, welche, wenn sie noch Chlor enthält, noch einmal destillirt wird.

Eigenschaften. Es schmilzt bei 100° und lässt sich, vollkommen trocken, bei 108° unverändert destilliren. Mit Wasserdämpfen in Berührung, zerlegt es sich unter Ammoniakbildung. In kaltem und warmem Wasser, wie in Weingeist ist es löslich; es reagirt dann nicht auf Silbersalze. An Krystallisationsbestreben übertrifft es nach Dumas alle bekannten Körper. Spec. Gew. des Dampfes fand Dumas 3,14; berechnet $\frac{12,3862}{4} = 3,096$. Dumas betrachtet die Verbindung als zusammengesetzt aus 2 Kohlensäureäther und 1 Harnstoff $= (\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{C}_2\text{O}_2) + \text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2 = ?(\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4)$. Berzelius sieht sie an als Kohlenoxydamid (Amidid) mit kohlensaurem Aether $= \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{C}_2\text{O}_2 + (\text{CO} + \text{N}_2\text{H}_4)$. Sie als Cyan- oder Cyansäure-Verbindungen ansehen zu wollen, ist gezwungen. M.

Aetherchlorplatinsäure. Liebig glaubte früher, die von Zeise untersuchten und von ihm Aetherinplatinsalze oder entzündliche Platinsalze genannten Verbindungen enthielten Sauerstoff und seien zusammengesetzt aus $(\text{C}_2\text{H}_2\text{O} + \text{PtCl}_2)$, $(\text{PtCl}_2 + \text{KCl}_2)$, so dass die mit Chlorkalium vereinigte Substanz in der That eine Chlorplatinsäure sey, vereinigt mit Aether, nach Art der Aetherschwefelsäure. Später änderte Liebig seine Ansicht, und betrachtete die Verbindung als bestehend aus Platinchlorür Pt_2Cl_2 und Chloracetyl $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_2$. Nach Berzelius ist die Verbindung ein Elaylplatinchlorür. S. diesen Art. M.

Aetherin. Einige Chemiker betrachten das ölbildende Kohlenwasserstoffgas (C_2H_4) als die Basis des Aethers, welcher das Hydrat dieser Verbindung sein soll, $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2\text{O}$, und benennen

es darnach Aetherin, während andere Chemiker ihm den Namen Elayl beigelegt haben. (Berzelius.) S. diesen Art.

Ausserdem hat den Namen Aetherin die feste Verbindung erhalten, welche sich aus dem Weinöl abscheidet, daher auch Weinölcampher genannt wird. Das Weinöl, auch süßes Weinöl, Aetherol genannt (s. d.), theilt sich an einem kühlen Orte, ähnlich wie ein ätherisches Oel in ein Stearopten und in ein Elaeopten, in eine feste, körnige, krystallinische Masse, welche man von dem flüssigen Aetherol abfiltrirt und zur gänzlichen Reinigung von demselben zwischen Fliesspapier stark auspresst. Durch Umkrystallisiren in Aether und Alkohol kann man es vollständig reinigen. Es bildet dann glänzend weisse, lange, durchsichtige Prismen, welche leicht zerreiblich sind, zwischen den Zähnen knirschen, geschmacklos sind, und beim Erwärmen nach Aetherol riechen. Es ist in Weingeist und noch leichter in Aether löslich; spec. Gew. 0,980. Es schmilzt bei 110° , siedet bei 260° , kann unverändert destillirt werden. Die chemischen Verhältnisse zu Chlor u. s. w. sind eben so wenig wie das spec. Gew. des Dampfes bekannt. Seine Zusammensetzung ist zuerst von Hennell, der es entdeckt hat, angegeben worden, indessen nicht richtig. Dieser fand 82,11 C; 13,44 H und 4,45 Verlust (Sauerstoff?). (Pogg. Ann. Bd. IX. p. 12.) Später hat Sérullas sich mit der Untersuchung dieses Stoffes beschäftigt, und ihn zusammengesetzt gefunden wie das Elayl (ölb. Gas), nämlich aus 85,5 C und 13,3 H. Die Formel $C_4 H_8$, ergiebt 85,96 C und 14,04 H. Ich fand im Mittel aus drei Analysen 85,76 C und 14,40 H. Ueber das Verhalten des Aetherins zu der Schwefelsäure habe ich einige Versuche angestellt, welche ausgedehnt zu werden verdienen. Mit englischer Schwefelsäure mischt es sich leicht und kann durch Wasser wieder abgeschieden werden; mit wasserfreier zusammengebracht macht es diese zerfließen, und bildet wahrscheinlich Isaethionsäure. (Journ. f. pract. Chem. XV. p. 10.) M.

Aetherinplatin. Durch Einwirkung von Platinverbindungen, schwefelsaurem Platinoxid (E. Davy) oder Platinchlorid (Zeise) auf Alkohol erhält man einen pulverförmigen Körper, welchen Zeise für Aetherinplatin erklärt, Liebig für Acetylplatin, und Berzelius endlich für Elaylplatin, d. h. für die Verbindung des ölbildenden Gases $C_4 H_8$ mit Platin. Die Salze, welche dieser Körper liefert, und welche Zeise Aetherinplatinsalze nennt, werden von Berzelius als Elaylplatinsalze aufgeführt. M.

Aetherinschwefelsäure. Regnault fand durch Einwirkung der wasserfreien Schwefelsäure auf ölb. Gas (Elayl) einen neuen Körper entstehen, welcher aus $C_4 H_8 + 2S$ zusammengesetzt ist, und welcher sich beim Auflösen in Wasser in Isaethionsäure verwandelt. (Journ. f. prakt. Chem. IX. p. 109.) Berzelius benennt die Verbindung schwefelsaures Elayl. Vergl. Elaylschwefelsäure. M.

Aetherische Oele (flüchtige Oele, wesentliche Oele). Fast in allen Pflanzen kommen in den verschiedenen Theilen eigenthüm-

liche, flüchtige Stoffe vor, durch deren fortwährende Verdunstung der specifische Geruch der Pflanze hervorgebracht wird. Man gewinnt diese, welche gewöhnlich Flüssigkeiten darstellen, meist durch die Destillation der Pflanzentheile, welche das Oel enthalten. Um sie nicht durch eine zu hohe Temperatur zu zersetzen, mischt man sie mit Wasser und unterwirft dieses Gemenge der Destillation. Obgleich sie nur einen bei weitem höhern Siedepunkt zu besitzen pflegen, als das Wasser, so werden sie dennoch von dem entweichenden Wasserdampfe mechanisch mit fortgerissen. Mit diesem gemengt, gehen sie durch ein Kühlrohr, wo sie sich condensiren und eine milchige Flüssigkeit darstellen, indem sie, im Wasser unlöslich, in feinen Tröpfchen in demselben suspendirt sind. Nach einiger Zeit trennen sie sich von demselben und sinken, je nach ihrem spec. Gew., entweder zu Boden, oder sammeln sich auf der Oberfläche des Wassers an. Ist das letztere der Fall, so pflegt man sich zum Auffangen einer sogenannten Florentiner Vorlage zu bedienen, welche die Scheidung beider Flüssigkeiten erleichtert. (s. diese). Um die Temperatur des siedenden Wassers zu erhöhen, setzt man zu diesem, auf Hoffmann's Vorschlag, Kochsalz. Es kommt indessen häufig vor, dass an dem Boden des Destillationsapparats die Pflanzensubstanzen anbrennen und man dadurch verunreinigte Produkte erhält; daher verfährt man am besten, wenn man zwei Kessel anwendet, von denen der eine grössere die Pflanzensubstanz enthält, der andere Wasser; dieses wird in Dampf verwandelt, der durch den grossen Kessel strömt, die Pflanzensubstanz erhitzt, und nun das ätherische Oel mit sich fortreisst. Die auf diese Weise dargestellten Oele zeichnen sich durch Reinheit vor den andern aus. Wittstock hat diesen Apparat (in d. Berlin. Jahrb. d. Pharmacie. 1840.) ausführlich beschrieben.

Manche Oele gewinnt man durch Auspressen; doch trennt man gewöhnlich die fetten Oele, welche meist durch Auspressen gewonnen werden, von den ätherischen durch eben diese Operation. Die meisten der so gewonnenen flüchtigen Oele sind farblos, z. B. das Kümmelöl, einige sind gelblich z. B. das Zimmtöl, andere hellgrünlich z. B. das frische Nelkenöl, andere dunkelgrün z. B. das Cajeputöl, andere blau, das Kamillenöl u. s. f.; sie sind meist leicht entzündlich, brennen mit heller, leuchtender, sehr russender Flamme, da sie viel Kohlenstoff enthalten und diesen bei der Verbrennung, indem sie verdampfen, mit fortreissen und unverbrannt ausscheiden. An der Luft pflegen sie sich zu oxydiren, und sich in Harze oder Säure zu verwandeln. In Harz geht z. B. das Elemöl über, in eine Säure das Bittermandelöl, in eine Säure und in Harz das Zimmtöl. Bei dieser Oxydation entwickeln sie, wie Saussure gefunden hat, zuweilen Kohlensäure und Wasserstoffgas. Die meisten Oele sind leichter als Wasser, nur wenige sind schwerer; diese pflegen Säuren zu sein, oder zu enthalten; spec. Gew. von 0.719—1.096.

Die ätherischen Oele kommen hauptsächlich im Pflanzenreiche vor, und nur selten erscheinen sie im Thierreiche. Die Ameisen enthalten z. B. ein ätherisches Oel, welches sich wie ein Pflanzenöl verhält. Bei der trocknen Destillation der Thierstoffe werden Oele gebildet, welche dem ätherischen Oele sehr ähnlich sind (Empyreumatische Oele). Manche Oele finden sich fertig gebildet in der Pflan-

zenwelt vor, andere erzeugen sich erst durch Einwirkung der in den Pflanzen enthaltenen Stoffe und des Wassers, mit welchem man jene zusammenbringt; so namentlich das Senföl, Bittermandelöl, Spiräöl u. A.

Ihrer Zusammensetzung nach können wir die ätherischen Oele in verschiedene Klassen eintheilen, 1) in sauerstofffreie, dahin gehört das Terpenthinöl, 2) sauerstoffhaltige, dahin gehört das Cajeputöl, 3) in stickstoffhaltige, oder Stickstoffverbindungen haltige, dahin das blausäurehaltige Bittermandelöl, und 4) endlich in schwefelhaltige, das Senföl.

Die sauerstofffreien Oele sind alle leichter als Wasser; sie sind sehr zahlreich und es gehören zu ihnen namentlich: die Oele aus den Pinusarten, also das Terpenthinöl, das Kienöl, das Templinöl, sodann das Citronenöl, das Wachholderbeeröl, das indifferente Nelkenöl, das indifferente Baldrianöl, das Elemiöl, das Euphorbiumöl, das Olibanumöl, und überhaupt alle Oele aus den stark riechenden Harzen. Diese angeführten Oele haben alle einerlei Zusammensetzung, sie stellen $\frac{2}{3}CH$ dar, indem sie alle 11,54 H und 88,46 C enthalten. In den meisten von ihnen scheint auch dieselbe Anzahl von Atomen enthalten zu sein; sie haben nämlich häufig in Dampfgestalt dasselbe spec. Gew. Das des Terpenthinöls fand Dumas zu 4,71, das des Citronenöls fand Deville eben so hoch, wie auch das des Elemiöls. Diess fand ich jedoch zu 6,37. Daraus ergiebt sich für das letztere eine andere Condensation, wie für das Terpenthinöl. Man kann diese $\frac{2}{3}CH$ auch aus sauerstoffhaltigen Oelen erhalten, indem man sie durch Alkalien oder auch durch Säuren zerlegt. Schweitzer erhielt ein solches Oel aus dem sauerstoffhaltigen Kümmelöl durch Destillation mit Kali und auch mit Phosphorsäure. Bei anderen Oelen wird es durch eine Zerlegung des Oels durch Alkalien abgeschieden, und nicht erzeugt, indem die andere Substanz (die sauerstoffhaltige) eine Säure ist, welche durch das Alkali gesättigt wird. Diess ist der Fall bei dem Nelkenöl. — Manche dieser Kohlenwasserstoffe sind Gemische verschiedener Oele, welche durch Destillation zum Theil von einander getrennt werden können, aber doch nicht vollständig, da natürlich immer die flüchtigeren von den weniger flüchtigen etwas mit sich fortreißen. Aus diesem Grunde steigt z. B. der Siedepunkt des Terpenthinöls fortwährend, der des Elemiöls hingegen ist constant + 174° C. Werden diese Oele mit Wasser unter gewissen Umständen zusammengebracht, so bilden sie Hydrate, welche verschiedene Zusammensetzung haben z. B. $C_{10}H_{16} + H_2O$ oder $C_{20}H_{32} + H_2O$ u. s. w.; mit Sauerstoff zusammengebracht, bilden sie Harze, welche in der Natur auch auf dieselbe Weise gebildet vorkommen. So ist z. B. die erste Oxydationsstufe des Copaivaöls $C_{10}H_{16} + O$; dieselbe Zusammensetzung zeigt der natürliche Campher. Bei der Einwirkung von Chlor auf diese Oele wird meist Chlorwasserstoffsäure entwickelt, und Chlor tritt an Stelle des Wasserstoffs (s. Substitution); so entsteht nach Deville aus dem Terpenthinöl durch Chlor $C_{20}H_{24}Cl_8$ und $C_{20}H_{28}Cl_4$.

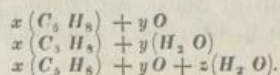
Brom wirkt auf ganz ähnliche Art ein, Jod indessen weniger stark, während es mit manchen sauerstoffhaltigen Oelen detonirt. Mit

Schwefel und Phosphor erhitzt, bilden sie, unter Schwefel- und Phosphorwasserstoffentwicklung, schmierige Massen.

Salpetersäure oxydirt die sauerstofffreien ätherischen Oele meist heftig, unter Bildung von harzähnlichen, gelben Massen, welche nicht selten auch Stickstoff enthalten. Schwefelsäure röthet sie, es bildet sich schwellige Säure, Wasser, welches sich meist mit dem Oele verbindet, und zuweilen erzeugt sich eine neue Pflanzenschwefelsäure.

Die sauerstofffreien Oele besitzen meist einen sehr penetranten Geruch. Dieser verschwindet aber völlig, wenn man das Oel über Kalkerde destillirt; so wie es aber der atmosphärischen Luft wieder ausgesetzt wird, so oxydirt es sich und nimmt seinen Geruch wieder an.

Die sauerstoffhaltigen Oele sind gewöhnlich Oxydationsstufen von dem Radikal $C_3 H_5$, oder Hydrate, oder beides, so dass man für sie meist folgendes Schema aufstellen kann:



wo x , y , z nach den verschiedenen Fällen durch verschiedene Zahlen ausgedrückt werden kann. So ist das Cajeputöl nach Blanchet und Sell $C_{10} H_{13} O = 2(C_3 H_5) + H_2 O$.

Von diesen Oelen sind einige saurer Natur, wie z. B. das Nelkenöl, das Baldrianöl u. a. m. Diese kommen in der Natur mit einem indifferenten Oele, welches aus $C_3 H_5$ besteht, vor, von dem sie durch Destillation über Kali getrennt werden können; die Säure bleibt dann verbunden mit dem Kali zurück. Andere gehen durch Oxydation in eine Säure über, wie das Bittermandelöl, welches, wenn es von fremden Beimischungen befreit ist, vollständig durch Oxydation in Benzoësäure verwandelt wird. Das Zimmtöl liefert auf dieselbe Weise Zimmtsäure, aber dabei, wie Mulder gezeigt hat, noch eine Anzahl von Harzen. Unter den sauerstoffhaltigen Oelen giebt es indessen einige, welche eine von dem angeführten Schema ganz abweichende Zusammensetzung zeigen, wozu namentlich das Nelkenöl, Zimmtöl, Bittermandelöl u. a. gehören.

Wenige ätherische Oele enthalten Schwefel, und dahin gehören namentlich das Senföl, das Meerrettig- das Asa foetid-, Knoblauch-, und Löffelkraut-Oel. Diese wirken meist sehr heftig auf die Haut ein, indem sie Blasen hervorbringen; noch weniger enthalten Blausäure, wie das Bittermandelöl, welches aus diesem Grunde sehr giftig ist. Scheidet man die Blausäure durch Destillation über Kalkerde und Eisenoxydul ab, so geht das reine Bittermandelöl über, welches keine giftigen Eigenschaften mehr zeigt. Vergl. den Art. Harze und die einzelnen ätherischen Oele. M.

Aetherkali. Bei der Einwirkung von Kalium auf wasserfreien Alkohol bildet sich in der Wärme unter Wasserstoffentwicklung, nach Liebig's und Loewig's übereinstimmenden Versuchen, eine Verbindung von Aether mit Kali $C_2 H_5 O + KO$. Für jedes Aequivalent Alkohol und Kalium wird ein Aequivalent Wasser zer-

setzt, dessen Wasserstoff entweicht, und dessen Sauerstoff sich mit dem Kalium vereinigt. Ist die Reaction vorüber, so krystallisirt aus dem Alkohol eine weisse, blättrige Masse heraus, welche noch Alkohol mechanisch eingeschlossen enthält, der bei 70° vollständig entweicht. Die Verbindung wird dann pulverförmig, weiss, locker, ätzend, geruchlos, und erst bei 100° ungefähr zersetzt sie sich. Wird sie mit Wasser erhitzt, liefert sie Alkohol und Kali, wird sie mit Phosphorsäure destillirt, so erzeugt sich Essigsäure. Unterstützt man die Einwirkung des Kaliums auf den Alkohol durch die Siedehitze, so geht die Zersetzung weiter, und man erhält eine braune Masse, welche Aldehydharz, essigsäures Kali und überhaupt die Zersetzungsprodukte des Aethers durch Kali enthält. Natrium bildet analoge Verbindungen.

Guerin-Varry hat ebenfalls die Einwirkung des Kaliums auf Alkohol untersucht, aber da er stets bis 100° die Masse erhitzte, andere Produkte erhalten. Seine Resultate sind bei dem Alkohol angeführt. Vergl. Liebig: Annal. der Pharm. XXIII. p. 32. Loewig: in Pogg. Ann. Bd. XLII. p. 399. und Berzelius: Jahresbericht. XVIII. p. 404. M.

Aetherkohlenamid. Die von Dumas entdeckte und von ihm Urethan genannte Verbindung, welche unter dem Namen „Aethercarboamid“ beschrieben ist. Früher hatte Dumas ihr den Namen Ether chloroxycarbonique gegeben, Berzelius legt ihr den theoretischen Namen kohlen-saures Aethyloxyd-, Kohlenoxyd-Amid bei. M.

Aetherkohlen-säure. Diese Säure ist von Dumas und Péligot entdeckt und namentlich in Beziehung auf das Kalisalz näher untersucht worden. Dieses verschafft man sich sehr leicht, indem man geglühtes kaustisches Kali in absolutem Alkohol auflöst, und in der Kälte einen Strom von trockner Kohlen-säure hindurchleitet. Es entsteht ein weisser, krystallinischer Niederschlag, welcher aus kohlen-saurem, zweifach kohlen-saurem und ätherkohlen-saurem Kali besteht. Das Gemisch wird mit absolutem Alkohol ausgezogen, welcher das ätherkohlen-saure Salz auflöst; aus der abfiltrirten Flüssigkeit wird dieses durch Aether rein niedergeschlagen und bildet dann perlmutter-ähnliche, stark glänzende Blättchen. In der Hitze brennt das Salz mit Flamme unter Hinterlassung eines kohligen Rückstandes; Wasser verwandelt es in Alkohol und doppelt kohlen-saures Kali; dasselbe thut, wiewohl weniger schnell, verdünnter Alkohol. Bei der Destillation werden entzündliche Gasarten, Kohlen-säure, vielleicht Kohlen-säure-äther und kohlen-saures Kali, mit Kohle gemengt, gebildet. Die Verbindung besteht aus $C_4H_{10}O, CO_2 + KO, CO_2$. Da man diess Salz nicht auflösen kann, ohne seine Zersetzung herbeizuführen, so war es nicht möglich, die Säure zu isoliren und auf andere Salzbasen überzutragen. (Journ. f. prakt. Chem. Bd. XIII. p. 373.) M.

Aethernatron. Lässt man Natrium auf absoluten Alkohol einwirken, so erhält man unter Wasserstoffentwicklung eine Ver-

bindung von Aether und Natron $C_4H_{10}O + NO$, welche sich ganz analog dem Aetherkali verhält, s. dieses. M.

Aetherol, (auch Aetheröl, Aetherin, süßes Weinöl, schwefelsäurefreies Weinöl). Bei der Destillation der ätherschwefelsauren Salze geht eine schwere, öartige Flüssigkeit über, welche ätherschwefelsaures Aetherol ist. (s. den folg. Art.) Bringt man dieses mit Wasser zusammen und erhitzt es gelinde, so zerlegt es sich, indem die Aetherschwefelsäure frei wird und im Wasser sich auflöst, während eine öartige, leichte Flüssigkeit auf die Oberfläche des Wassers kommt. Nimmt man sie mit der Pipette ab, und bringt sie an einen kalten Ort, so krystallisirt eine feste Verbindung heraus, welche Aetherin genannt ist, und durch Filtration von der zurückbleibenden Flüssigkeit getrennt werden kann. Diese hat den Namen Aetherol erhalten. Sie ist namentlich von Sérullas und von mir untersucht und zusammengesetzt gefunden worden, wie das Aetherin und das Gemenge aus Aetherin und Aetherol, nämlich auch C_4H_8 oder 85,96 C und 14,04 H. Sérullas fand durch einen Beobachtungsfehler etwas zu wenig Wasserstoff darin. Das spec. Gew. des Aetherols ist 0,921, es siedet bei 281° , wird bei -25° terpenthinartig dick, und erst bei -35° fest.

Von dem Aetherol verschieden ist eine demselben sehr ähnliche, von Masson entdeckte Verbindung, welche durch Einwirkung von Chlorzink auf Alkohol entsteht, nachdem die Aetherbildung aufgehört hat. Dumas sucht beide als gleich darzustellen, jedoch besitzen sie nicht nur verschiedene Eigenschaften, sondern auch verschiedene Zusammensetzung. Ebenfalls davon verschieden ist der Körper, welcher zu Ende der Aetherbereitung mittelst Schwefelsäure übergeht, und welcher gleichfalls mit dem Namen „Weinöl“ bezeichnet ist. Unter diesem Namen sollen die oben bezeichneten Verbindungen beschrieben werden. Vergl. Sérullas: Pogg. Ann. Bd. XII. p. 625., Marchand: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XV. p. 1. M.

Aetherol, ätherschwefelsaures. (Weinschwefelsaures Weinöl, Weinöl, schwefelsaures Aetherin). Wenn man ätherschwefelsaures Bleioxyd, welches man vollständig getrocknet hat, der Destillation unterwirft, so erhält man neben Aether, Alkohol, schwefliger Säure und mehreren andern Zersetzungsprodukten des Salzes eine öartige Flüssigkeit, welche sich leicht abscheidet, wenn man dazu destillirtes Wasser hinzufügt. Nachdem man es einige Male damit gewaschen hat, bringt man es unter die Luftpumpe über Schwefelsäure und trocknet es. Man erhält es auch bei der Bereitung des öbildenden Gases zuletzt in geringer Menge, bei Vermischen des absoluten Alkohols oder Aethers mit wasserfreier Schwefelsäure, und überhaupt bei der Destillation der ätherschwefelsauren Alkalien und Erden, vorzüglich wenn sie mit Kalkerde vermischt werden, von der jedoch ein Ueberschuss schädlich einwirkt.

Die reine Verbindung ist sehr dickflüssig, von 1,135 spec. Gew., aromatisch, kühlend im Geschmack. Im ganz wasserfreien Zustande lässt es sich unverändert bei sehr hoher Temperatur destilliren. Sérullas fand es im Vacuum zuweilen smaragdgrün werden, an der

Luft jedoch diese Farbe wieder verlieren. Ich habe diess niemals bemerkt. Kalium zerlegt es in der Wärme unter Bildung von Schwefelkalium. Nach den Analysen von Sérullas, Liebig und mir ist es zusammengesetzt aus 1 At. Aetherschwefelsäure und 1 At.

Aetherol oder aus $C_4 H_{10} O, SO_3 + C_4 H_3 SO_3 = C_8 H_{13} O, S_2$. Wird es mit Wasser erwärmt, so zerfällt es in flüssiges Weinöl, das in Aetherin und Aetherol getrennt werden kann, und in Aetherschwefelsäure. Alkalien bewirken dieselbe Zerlegung. Wird es mit dreifach oder fünffach Schwefelkalium erhitzt, so bildet sich ätherschwefelsaures Kali, und ein schwefelhaltiges Oel, welches von Zeise Thiolöl genannt ist. Liebig's Schwefelätherol.

Hennell hat über denselben Körper eine Untersuchung angestellt, jedoch zur Reinigung kohlen-saures Kali angewendet, daher abweichende und unrichtige Resultate erhalten. Vergl. Sérullas und Marchand a. a. O. Hennell: Pogg. Ann. VI. 508. VII. 110. IX. 12. M.

Aetherolhydrat. Der Formel und der procentischen Zusammensetzung nach, kann man den Aether als das erste, und den Alkohol als das zweite Hydrat des Aetherols, ebenso wie des Aetherins und des ölbildenden Gases (des Elayls) betrachten; indessen sind jene Ansichten nicht durch die Erscheinungen unterstützt. In jedem Falle sind Aetherin und Aetherol bei den Zersetzungen, aus denen sie hervorgehen, nur Nebenprodukte. M.

Aetheron. Diese Verbindung, welche von mir entdeckt ist, bildet sich, wenn man ätherschwefelsaure Kalkerde mit dem dreifachen Gewichte an kaustischem Kalke mengt und der Destillation unterwirft. Mit dem Wasser geht die neue, sehr flüchtige Substanz über, welche man in einem zweiten, bis -10° abgekühlten Recipienten auffangen kann. Die Ausbeute ist so gering, dass ich die Zusammensetzung nicht untersuchen konnte. Sie ist eine wasserhelle, dem Sauerkohl ähnlich riechende Flüssigkeit, welche ungefähr bei 30° kocht; mit Wasser, Alkohol und Aether mischbar; leicht entzündlich; mit schwach leuchtender Flamme brennend; durch Kalium zersetzbar. Dumas vermuthet, es sei dieselbe Verbindung, welche Masson's Weinöl darstellt; dem muss ich jedoch entschieden widersprechen. (Vergl. Marchand: Journ. f. prakt. Chem. XV. p. 8.) M.

Aetheroxalsäure. $C_4 H_{10} O + C_2 O_3 + H_2 O, C_2 O_3 = Ae \ddot{E} + H \ddot{E}$ zweifach oxalsaure Aethyloxyd, Weinoxalsäure; von Mitscherlich entdeckt. Lehrbuch der Chemie. Bd. 1.

Darstellung. Man löst Oxaläther ($C_4 H_{10} O + C_2 O_3$) in Weingeist auf und setzt eine Auflösung von Kali in Alkohol hinzu, so dass die Hälfte der Oxalsäure im Aether dadurch neutralisirt werden kann. Das in Alkohol unlösliche Salz fällt zu Boden, wird mit Alkohol ausgewaschen, um jede Spur von oxalsaurem Kali, die dabei sein könnte, zu entfernen; mit Schwefelsäure zersetzt. Die freie Säure wird an Baryt oder Bleioxyd gebunden, und durch Schwefelsäure oder Schwefelwasserstoff zerlegt.

Eigenschaften. Die freie Säure zerlegt sich ungemein leicht.

Schon durch Concentriren im luftleeren Raume verliert sie Alkohol und lässt wasserhaltige Oxalsäure anschiessen. Gegenwart von überschüssigen Alkalien zerlegt sie gleichfalls sehr leicht in Oxalsäure und Alkohol; man darf daher dem Aether nicht zu viel Kali hinzufügen.

Verbindungen. Die Salze können betrachtet werden als Doppelsalze von oxalsaurem Aethyloxyd mit oxalsauren Metalloxyden. — Das Kalisalz krystallisirt aus sehr verdünntem Alkohol sehr schön. Bei 100° wird es noch nicht zersetzt; es kann viele Jahre unverändert aufbewahrt werden. Durch andere Basen wird es sehr leicht zersetzt, immer unter Bildung von oxalsaurem Kali; vermuthlich durch die grosse Verwandtschaft der Oxalsäure zum Kali veranlasst. Die Kalk- und Barytsalze krystallisiren schwierig. Durch auflösl. schwefelsaure Salze können diese so zerlegt werden, dass sich die Säure unverändert mit dem andern Metalloxyde verbindet, was nicht glückt, wenn man die Säure unmittelbar mit den selbst schwachen Basen z. B. Kupferoxyd sättigt. Dann wird ein oxalsaures Salz und Oxaläther gebildet.

M.

Aetheroxamid. Oxamethan (Dumas). Oxalsaures Aethyloxyd-Oxamid (Berzelius). Aetheroxamid (Mitscherlich). $C_4H_4N_2O_6 = C_4H_4O_6 + N_2H_2O_2$. Von Dumas entdeckt, und von ihm und Mitscherlich mit gleichen Resultaten analysirt. (Pogg. Ann. XII. 449. XXXI. 649. XXXII. 666. XXXIII. 333.) Wird Oxaläther mit wässerigem Ammoniak geschüttelt, so entsteht Oxamid, welches Bauhof entdeckte und für ein aetheroxalsaures Ammoniasalz hielt, von dem aber Liebig bewies, dass es aus $N_2H_2C_2O_4$ zusammengesetzt, also Oxamid sei. (Pogg. Ann. XXXI. 331.) Wird indessen trockenes Ammoniakgas in Oxaläther geleitet, oder Alkohol mit Ammoniak gesättigt und dieser dann mit Oxaläther geschüttelt, so bildet sich oxalsaures Aethyloxyd-Ammoniumoxyd, welches aus einem unbekanntem Grunde die Elemente von 2 Äq. verliert, also H_2O_2 , und es bleibt eine in Alkohol und Wasser leicht lösliche Salzmasse zurück, welche zusammengesetzt ist wie Oxaläther und Oxamid. Am besten erhält man es, wenn man Oxaläther in Alkohol auflöst, und in kleinen Portionen Alkohol-Ammoniak hinzusetzt, bis sich etwas unlösliches Oxamid ausscheidet, was sich bei jeder Bereitungsweise mehr oder weniger bildet. Die filtrirte Flüssigkeit wird eingedampft, die Krystalle durch absoluten Alkohol von ein wenig Oxamid und oxalsaurem Ammoniak befreit. Die Verbindung stellt dann durchsichtige Prismen oder glänzende Blättchen dar, welche bei +100° schmelzen, bei 220° sieden, und sich unverändert sublimiren lassen. Alkohol und Wasser lösen es unverändert auf; Kalk- und Bleisalze werden nicht davon gefällt. Beim Sieden der wässerigen Lösung wird Alkohol und saures oxalsaures Ammoniak gebildet. Wasserhaltiges Ammoniak verwandelt es in Oxamid und Alkohol.

M.

Aetherphosphorsäure (Weinphosphorsäure) wurde von Lassaigne entdeckt und später von Pelouze und von Liebig untersucht. Man erhält sie durch Erhitzen von absolutem Alkohol und syrupdicker Phosphorsäure, wobei jedoch zuweilen diese ihr Wasser abgibt und fest wird, oder auch krystallisirt. Die saure Flüssigkeit

Chem.-phys. Wörterb.

6

wird mit kohlenurem Baryt gesättigt, die Auflösung abfiltrirt, durch Schwefelsäure zersetzt, und die abgeschiedene saure Flüssigkeit im Vacuum abgedampft. Sie bildet eine sehr saure, ölige, zuweilen krystallisirbare Masse, welche in Wasser, Alkohol und Aether leicht auflöslich ist. Anhaltende Siedehitze zerlegt sie in Alkohol und Phosphorsäure. Ihre Salze sind in Wasser löslich und enthalten meist verschiedene Mengen von Krystallwasser; das Barytsalz enthält 12 At. Es verträgt viel mehr die Einwirkung der Hitze, als der ätherschwefelsaure Baryt. Durch Kochen der Säure mit Phosphorsäure erhält man Aether, durch Behandeln mit Kali, Aether und Alkohol. Die Säure im Barytsalz enthält 65,6 Phosphorsäure, 34,4 Aether. $AcO + P_2O_5$. Das wasserfreie Barytsalz besteht aus 1 At. Aetherphosphorsäure und 2 At. Baryt, oder 41,55 pCt. Säure und 58,45 pCt. Baryt. Das krystallisirte Salz enthält 19 pCt. Wasser. Das Bleisalz, welches gleichfalls analysirt ist, enthält auch 2 At. Basis.

Vergl. Pelouze in Pogg. Ann. Bd. XXVII. p. 575. Liebig: *ibid.* XXVIII. p. 624. Ann. der Pharm. Bd. XXVII. p. 352. M.

Aetherplatinchlorid. Zeise hat bei der Einwirkung von Platinchlorid auf Alkohol unter mehreren Verbindungen eine Chlorverbindung entdeckt, welche mit anderen Chlormetallen Doppelsalze eingehen kann. Er betrachtete sie als bestehend aus Aetherin und Chlorplatin; Liebig sah sie später als Aetherplatinchlorid an, jetzt aber als eine Vereinigung eines Chlorplatins Cl_2Pt_2 mit Chloracetyl $C_2H_3Cl_2$. Berzelius nimmt sie als Elaylplatinchlorür an. s. d. Art. M.

Aetherrhodiumchloridnatrium. Biewend hat unter diesem Namen eine nicht existirende Verbindung beschrieben, welche einer von Zeise dargestellten Verbindung analog sein sollte; die sei- nige bestand in der That nur aus der Platinverbindung und enthielt kein Rhodium! (Journ. f. prakt. Chem. Bd. XV. p. 126.) M.

Äthersäure. Bei der gehinderten freien Verbrennung des Alkohols und Aethers, bei der Davy'schen Glühlampe, dem Leidenfrost'schen Versuche bildet sich eine saure Flüssigkeit, welche den Namen der Lampensäure und der Äthersäure erhalten hat; sie enthält besonders Essigsäure, Ameisensäure, und namentlich Aldehydsäure. s. d. Art. M.

Äthersäuren. Der Aether (das Aethyloxyd) ist im Stande, sich mit Säuren zu einer Art von Salzen zu vereinigen, den sogenannten zusammengesetzten Aetherarten, z. B. Oxaläther, Benzoëäther u. s. w.; diese Verbindungen nehmen zuweilen noch eine gleiche Quantität der Säure im wasserhaltigen Zustande auf, und sind dann meist nach folgender Formel zusammengesetzt: $C_4H_6O, Ac + AcH$. Man kann sie, wie Berzelius, als saure Salze ansehen, welche das eine At. Wasser gegen 1 At. Basis vertauschen können. Man nennt diese Säuren im Allgemeinen Äthersäuren. Sie werden sowohl durch organische, als durch anorganische Säuren gebildet. Ihre Anzahl ist sehr beträchtlich, sie sind unter dem Anfangswort Aether sämmtlich beschrieben. M.

Ätherschwefelkohlenstoffsäure. Diese Verbindung, welche, von Zeise entdeckt, den Namen Xanthogensäure erhalten hat, ist ein der Ätherschwefelsäure ganz entsprechender Körper, nur dass statt der Schwefelsäure, Schwefelkohlenstoff darin enthalten ist. Ich werde sie unter dem Namen Äthyloxydsulphocarbonsäure beschreiben.

M.

Ätherschwefelsäure, Weinschwefelsäure, doppeltschwefelsaurer Aether. Dabit bemerkte diese Säure zuerst 1798, indessen wurde sie lange Zeit darauf erst von Sertürner 1817 genauer untersucht und beschrieben. Seitdem ist sie von vielen Chemikern näher studirt worden. Ihre Zusammensetzung wurde lange Zeit unrichtig angegeben. Hennell nahm an, sie bestünde aus Schwefelsäure und ölbildendem Gase. Dumas und Boullay nahmen Unterschwefelsäure und einen Kohlenwasserstoff C_4H_6 darin an ($S_2O_6 + C_4H_6 + 3H_2O$). Schon Gay-Lussac glaubte Unterschwefelsäure darin annehmen zu müssen, was später von Liebig und Wöhler bestritten wurde. Sérullas betrachtete die Säure als aus Aether und Schwefelsäure bestehend, eine Ansicht, deren Richtigkeit durch meine und Liebig's spätere Untersuchungen nachgewiesen wurde. Magnus, welcher nach Analysen des Barytsalzes Alkohol in der Säure vermuthete, gab ihr den Namen Althionsäure.

Die Säure bildet sich, wenn Alkohol und Schwefelsäure mit einander vermischt werden. Hat man wasserfreien Alkohol und das erste Hydrat der Schwefelsäure, englische Schwefelsäure ($SO_3 + H_2O$) angewendet, so wird die Hälfte derselben in Ätherschwefelsäure verwandelt, während die andere Hälfte in wasserhaltige Schwefelsäure übergeht, welche jetzt noch einmal so viel Wasser enthält, als vorher. Die Schwefelsäure entzieht nämlich dem Alkohol 1 At. Wasser und bildet auf diese Weise Aether, mit dem sich jetzt ein Theil der wasserhaltigen Schwefelsäure zu wasserhaltiger Ätherschwefelsäure verbindet. $C_4H_{10}O_2 + 4SO_3 + 4H_2O = C_4H_{10}O + SO_3 + SO_3H_2O + 2SO_3 + 4H_2O$. Fügt man noch mehr Alkohol hinzu, so wird keine neue Quantität Ätherschwefelsäure gebildet, weil die verdünnte Schwefelsäure ($SO_3 + 2H_2O$) nicht mehr dem Alkohol Wasser zu entziehen vermag; erhitzt man jedoch das Gemenge, so destillirt wässriger Aether ab und es bildet sich von Neuem Ätherschwefelsäure. Fügt man zu der Mischung von Alkohol und Schwefelsäure eine Basis hinzu, mit der die Schwefelsäure ein unauflösliches Salz bildet, so verbindet sich die unveränderte damit und fällt nieder, während das ätherschwefelsaure Salz aufgelöst bleibt. Auf diese Weise kann man sehr leicht das Kalk-, Baryt- und Bleioxydsalz erhalten; zerlegt man diese durch Schwefelsäure, so bekommt man die wässrige Auflösung der Ätherschwefelsäure, welche man am besten im luftleeren Raume concentrirt. Sie stellt sodann eine farblose, syrupdicke Flüssigkeit dar, welche ein spec. Gew. von 1,32 besitzt; wird sie weiter eingedampft, so zerlegt sie sich, indem sie schweflige Säure, Wasser und einige andere Körper bildet. Die Zusammensetzung der Säure ist in diesem Zustande so, dass man 2 At. Schwefelsäure, 1 At. Aether und 1 At. Wasser darin annehmen kann. $C_4H_{10}O_1 + SO_3 + SO_3 + H_2O$. Dieses eine At. Wasser wird von der Säure nur

6*

abgegeben, wenn sie sich mit Basen verbindet. Mit diesen bildet sie auflösliche Salze, welche meist süß schmecken, sich fettig anfühlen, zuweilen in Alkohol auflöslich sind und bei der Destillation schwefligsaures, kohlen-saures, ölbildendes Gas, Alkohol, Weinöl und zuweilen Aether geben, indem sie schwefelsaure Salze zurücklassen. Im Ganzen sind sie sehr leicht zersetzbar, wie sich denn der ätherschwefelsaure Strontian schon von selbst, sogar im verschlossenen Raume zerlegt. Einige von ihnen enthalten Krystallwasser, wie z. B. das Barytsalz, das Natronsalz u. s. w., andere sind wasserfrei, wie das Kalisalz, das Ammoniaksalz und das Strontiansalz. An diesen letzteren wurde die wirkliche Constitution der Säure unzweifelhaft nachgewiesen. Das Krystallwasser beträgt in den meisten Salzen 2 At., z. B. in dem Barytsalz, dem Natronsalz, in manchen 4 At., z. B. in dem Kupfersalz, dem Magnesiasalz. Diese werden mit verschiedener Hartnäckigkeit zurückgehalten; durch Wärme sind sie schwer abzuscheiden, ohne das Salz vollständig zu zersetzen; am besten gelingt es im luftleeren Raum über Schwefelsäure, doch verliert z. B. das Silbersalz (mit 2 At. Wasser) und das Kupfersalz dasselbe auf keine Weise. Die meisten Salze sind neutral, so dass sich der Sauerstoff in der Basis zu dem der Schwefelsäure wie 1:6 verhält, oder zu der ganzen Sauerstoffmenge der Säure wie 1:7. Es giebt indessen auch basische Salze. Wenn man das Bleioxydsalz mit überschüssigem Bleioxyd digerirt, so nimmt es noch einmal so viel davon auf, als es schon enthält; dieser Ueberschuss kann durch Kohlensäure ausgefällt werden. Destillirt man die ätherschwefelsauren Salze mit einem pflanzensauren Salze, z. B. essigsauerm oder oxalsaurem Kali, so erhält man die Verbindungen dieser Säuren mit Aether. Erhitzt man die Aetherschwefelsäure für sich, namentlich gemischt mit Schwefelsäure, so entwickelt sich Aether, eine Erscheinung, welche für die Aetherbildung von Wichtigkeit ist. Kocht man ein ätherschwefelsaures Salz mit einem Ueberschuss von verdünnter Kalilösung, so erzeugt sich Alkohol.

Man kann die Aetherschwefelsäure betrachten als ein Doppelsalz von schwefelsaurem Aether und schwefelsaurem Wasser, in welchem das Wasser durch verschiedene Basen ersetzt werden kann, oder auch als eine Verbindung von 7 At. Sauerstoff mit $C_4H_{10}S_2$ ein Körper, welcher durch die Entdeckung des Mercaptans nicht unwahrscheinlich geworden ist. Vergl. Marchand in Pogg. Ann. Bd. XXXII. p. 454., ibid. Bd. XLI. p. 595. M.

Aethertheorie. Die Aethertheorie stellt die Art und Weise dar, wie man sich die Verbindung vorzustellen hat, welche der Aether selbst, und die davon abgeleiteten Stoffe darstellen. Hauptsächlich sind es zwei Ansichten, welche aufgestellt sind. Einmal betrachtet man den Aether als ein Hydrat des ölbildenden Gases, oder des Aetherols, oder einer diesem Körper isomerischen Verbindung C_4H_8 ; also als $C_4H_8 + H_2O$. Für diese Ansicht scheint namentlich die Zerlegung des Aethers in ölbildendes Gas und Wasser zu sprechen, wenn man seinen Dampf in 180° heisse Schwefelsäure leitet. Die zweite Ansicht ist, ihn als Oxyd des Aethyls C_2H_5 darzustellen, und das ölbildende Gas als ein wesentliches Zersetzungsprodukt zu

betrachten. Endlich ist der Aether noch als eine Acetylverbindung angesehen worden. Da die Ansichten der Chemiker in diesem Augenblick über diesen Punkt noch durchaus nicht feststehend sind, und es trotz der ausserordentlichen Masse von Untersuchungen hierüber auch nicht sein können, so bemerke ich nur, dass bei der Abhandlung der hierher gehörenden Verbindungen die Aethyltheorie befolgt ist. Vergl. übrigens: Liebig u. Pogg. Handw. Art. Aethertheorie. Mitscherlich: Lehrb. der Chem. Bd. 1. Liebig: Lehrb. d. org. Chem. Bd. 1. Berzelius: Lehrb. d. Chem. Bd. 8. M.

Aethertraubensäure. Wenn man 1 Th. Traubensäure in 4 Th. Alkohol löst und zur Syrupdicke einkocht, so erhält man beim Verdünnen mit Wasser und Sättigen der Flüssigkeit mit kohlen-saurem Baryt, ein in Wasser lösliches Salz, welches man von dem unlöslichen traubensäuren Baryt abfiltrirt und eindampft. Zerlegt man das Barytsalz durch Schwefelsäure, so kann man die freie Säure krystallisiren; sie ist weiss, geruchlos, in schiefen, grossen, durchsichtigen Prismen krystallisirend, (Seitenwinkel 110° , Neigungswinkel der Grundfläche auf die eine dieser Seiten $106^\circ 30'$, und auf die andere Seite 129°). Mit dem 40fachen Gewichte Wasser gekocht, zerlegt sich die Säure in Alkohol und Traubensäure; sie besteht aus $C_{12}H_{22}O_{13}$ oder $C_4H_{10}O$, $C_4H_4O_5 + C_4H_4O_5 + 2Aq$. Sie unterscheidet sich demnach von der Aetherweinsäure ganz wie die Traubensäure von der Weinsäure, indem sie 1 At. Wasser mehr enthält als diese. Die Salze sind in Wasser löslich, krystallisiren meist mit Krystallwasser, und zwar in verschiedener Menge dasselbe aufnehmend, wie die ätherweinsäuren Salze; im luftleeren Raum über Schwefelsäure geben sie es ab, und haben dann die Zusammensetzung der ätherweinsäuren Salze. Vergl. Guérin-Varry: Journ. f. prakt. Chem. Bd. IX. p. 372. M.

Aetherunterschwefelsäure s. Isaethionsäure.

Aetherweinsäure. Durch Auflösen von Weinsäure in absolutem Alkohol und Abdampfen, besser aber durch Kochen der Flüssigkeit, Sättigen mittelst kohlen-saurer Baryterde, Filtration und Zerlegung des Salzes mittelst Schwefelsäure erhält man die Aetherweinsäure als im luftleeren Raume in kleinen Prismen anschliessende Krystalle, welche von weisser Farbe, geruchlos, süss-saurem Geschmacke sind, leicht Wasser aus der Luft anziehen und zerfliessen, und durch Sieden mit vielem Wasser in Alkohol und Weinsäure zerfallen. Bei 90° schmilzt sie unverändert, zersetzt sich aber bei 140° . Dabei bildet sich Alkohol, Wasser, Kohlenwasserstoff, Essigsäure, Essigäther und Kohlensäure. Die Säure besteht aus $C_4H_{10}O_1$, $C_4H_4O_5 + C_4H_4O_5 + Aq$. Das eine At. Wasser wird durch Basen mit denen sie auflösliche Salze bildet, ausgeschieden. Vergl. Guérin-Varry: Journ. f. prakt. Chem. IX. p. 363. M.

Aetheryl wird von einigen Chemikern das Radikal des Aethers genannt; ist syn. mit Aethyl. M.

Äthionsäure. Magnus hat diese Säure entdeckt und genau

untersucht; man erhält sie durch Einwirkung der wasserfreien Schwefelsäure auf absoluten Alkohol. Dabei bilden sich ausserdem noch Aetherschwefelsäure, die gleichfalls von Magnus entdeckte Isaethionsäure und Carbylsulphat. Um die Aethionsäure davon zu trennen, verdünnt man die Flüssigkeit mit absolutem Alkohol, sodann mit Wasser, und vermischt sie endlich mit kohlenaurer Baryterde. Das aufgelöste Salz wird bei 100° C. abgedampft, und wenn es sich auszuschcheiden beginnt, mit absolutem Alkohol gefällt. Der Niederschlag wird mit Alkohol von 65 pCt. ausgewaschen. Durch Umkrystallisiren wird das Salz gereinigt. Die Säure wird durch Zerlegung des Barytsalzes erhalten; sie kann nicht krystallisirt erhalten werden; bei 100° C., selbst im verdünnten Zustande, bildet sie Schwefelsäure und Isaethionsäure. Sie besteht aus $4\text{S} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + \text{Ag}$. In den Salzen wird das At. Wasser durch Basen ersetzt. Einige ihrer Salze sind in Wasser und einige in Alkohol auflöslich. Vergl. Magnus in Pogg. Ann. Bd. 47. p. 509. M.

Aethiops, der Name für verschiedene schwarzgefärbte, meist Quecksilber enthaltende Präparate. 1) Aeth. alcalisatus, wird erhalten durch Zusammenreiben gepulverter Krebssteine mit Quecksilber, so dass keine Kügelchen davon mehr wahrzunehmen sind. 2) Aeth. graphiticus durch Zusammenreiben von Quecksilber mit Graphitpulver. Beide sind veraltet. 3) Aeth. per se, die graue Haut, welche sich auf unreinem Quecksilber erzeugt, wenn dasselbe lange Zeit an der Luft steht oder damit geschüttelt wird. Sie besteht aus den Oxyden der dem Quecksilber beigemengten Metalle, und schliesst auch von diesem mechanisch etwas ein. Reines Quecksilber giebt keinen Aeth. per se. 4) Aeth. mineralis, Aeth. mercurialis, Hydrargyrum sulphuratum nigrum. Gleiche Theile Quecksilber und Schwefelblumen werden so lange zusammen gerieben, bis Salpetersäure kein freies Quecksilber mehr auszieht. Ist schwarz und ein inniges Gemenge von Schwefel und Schwefelquecksilber (Zinnober). 5) Aeth. narcoticus, pulvis hypnoticus, der schwarze Niederschlag, den Schwefelwasserstoff in einer Quecksilbersolution hervorbringt und welcher aus einfach oder doppelt Schwefelquecksilber besteht, je nachdem in der Auflösung Q. Oxydul oder Oxyd sich befand. 6) Aeth. antimonalis, Hydrarg. stibiato-sulphuratum, Spiessglanzmohr, ein Gemenge von Antimonsulfid und Aeth. mineralis, erhalten durch Zusammenreiben von 2 Th. Antimonsulfid, 1 Th. Schwefel und 1 Th. Quecksilber.

7) Aeth. martialis, Eisenmohr, ein schwarzes Eisenpräparat, enthaltend Eisenoxyd und Eisenoxydul, das auf mehrere Arten dargestellt wurde. Man lässt Eisenfeile mehrere Wochen unter Wasser stehen, wobei sie sich in ein schwarzes Pulver verwandeln, oder man glüht mit Baumöl angefeuchtetes Eisenoxyd. 8) Aeth. vegetabilis. Fucus vesiculosus, ein Seetang, wurde getrocknet und in einem bedeckten Gefäss geglüht. Die entstandene jodhaltige Kohle diente in früheren Zeiten als Kropfmittel. B.

Aethrioskop (*αἰθρία* Himmelsheitre, *σκοπεῖν* betrachten) ist ein Instrument, durch welches die Wolkenreinheit der Atmosphäre beobachtet werden kann. Es besteht aus einem etwa 4 Zoll im

Durchmesser haltenden parabolischen Spiegel, in dessen Brennpunkt die geschwärzte Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers angebracht ist, dessen Scale sich ausserhalb am Gestelle des Instrumentes befindet. Der Spiegel kehrt seine Oeffnung, wie ein stehender Pokal, nach oben und ist mit einem leichten Metalldeckel verschlossen. Wenn das Instrument, im Freien aufgestellt, die Wärme der umgebenden Luft angenommen hat, was sich zeigt, wenn das an ihm befindliche Thermometer mit einem freihangenden übereinstimmt, so nimmt man rasch den Deckel ab und beobachtet das Thermometer. Dieses sinkt immer mehr, je heitrer der Himmel ist, bis 6° Fahr. und darüber. Bei wolkigem Himmel behält es oft seinen Stand, steigt mitunter sogar bedeutend hoch (bis 8° Fahr.). Jede Veränderung in der Bewölkung des Zeniths wird augenblicklich durch das Thermometer angegeben. Es ist diess eine Wirkung der strahlenden Wärme (s. diese); bei heitrem Himmel nämlich findet nur Ausstrahlung der Erdkörper, keine Rückstrahlung von den Wolken statt; daher entsteht eine Erniedrigung der Temperatur, die sich an dem im Brennpunkt der parallel aufsteigenden Strahlen befindlichen Thermometer in bedeutend verstärktem Grade zeigt. Der um die Photometrie so höchst verdiente Leslie hat auch dieses Instrument zuerst angegeben. Er wählte dazu ein Differenzialthermometer, dessen eine Kugel einen Goldüberzug hat und der freien Luft ausgesetzt wird, während die andere geschwärzte im Brennpunkt eines nach oben gekehrten parabolischen Hohlspiegels angebracht ist. A.

Aethyl. Das Radikal des Aethers, C_2H_5 , welches Loewig isolirt haben will, indem er Chloräthyl durch Kalium zerlegte. Es bildet nach ihm eine ölähnliche Flüssigkeit, seifenartig, scharf brennend schmeckend, eigenthümlich riechend. Man kann es entzünden, es brennt mit leuchtender Flamme. Loewig's Angaben über diesen Gegenstand sind sehr unvollständig, Vergl. Pogg. Ann. XLV. p. 346. M.

Aethylbromür, Bromwasserstoffäther, von Sérullas entdeckt; dieser bereitete die Verbindung, indem er zu 40 Th. Alkohol von 0,840 spec. Gew. 1 Th. Phosphor setzte, und sodann 7—8 Theile Brom tropfte. Es bildet sich phosphorige Säure und Bromwasserstoff, welcher bei der Destillation des Gemisches Aether erzeugt, der mit Alkohol und ein wenig Säure in die abgekühlte Vorlage übergeht. Durch Waschen mit Wasser und einer verdünnten Kalilösung wird der Aether gereinigt. Er ist farblos, von durchdringendem, ätherischem Geruch und Geschmack, spec. Gew. 1,40, in Alkohol löslich, durch Wasser unveränderlich, zerfällt in der Glühhitze in ölbildendes Gas und Bromwasserstoffsäure. Er besteht wahrscheinlich aus C_2H_5Br , $= \frac{1}{17} Ae Br$; oder aus 27,345 Aethyl und 72,655 Brom. Loewig fand, dass er sich auch bei der Einwirkung des Broms auf den Alkohol bildet, jedoch neben einer Menge von Produkten, nämlich neben Bromal, Bromkohlenstoff, schwerem Bromäther und Ameisensäure. Vergl. Sérullas in Pogg. Ann. Bd. IX. p. 328. Loewig ibid. Bd. XXVII. p. 625. M.

Aethylchlorür, Chlorwasserstoffäther, leichter Salzäther,

wurde zuerst von Pott und Roulle d. J. bemerkt, entging jedoch seiner grossen Flüchtigkeit wegen den meisten der bald nachher folgenden Beobachter. Basse (Crell's Ann. 1801. 4. 361.) Gehler (Neues Journ. für Chem. Bd. 2. p. 206.) Thénard (Journ. für Chem., Phys. u. Mineral. Gehler Bd. 4. p. 24.) Boullay ibid. Bd. 4. p. 37.) Robiquet u. Colin (Schweigg. Journ. 19. p. 149.) und mehrere andere Chemiker haben diese Aetherart genauer studirt.

Man erhält ihn am leichtesten, indem man in absoluten kochenden Alkohol trocknes Chlorwasserstoffgas hineinleitet, jedoch ist die Ausbeute nicht sehr gross; besser ist es, 5 Th. englischer Schwefelsäure mit 5 Th. Alkohol und 12 Th. verknistertem, geriebenen Kochsalz zu destilliren. Die Produkte, welche sich entwickeln, werden durch $+20^{\circ}\text{C}$. warmes Wasser geleitet, welches die mit übergehenden Alkohol- und Chlorwasserstoffsäure-Dämpfe condensirt; der sehr flüchtige Aether geht gasförmig hindurch und wird in einem Gefässe, welches mit einer Kältemischung umgeben ist, condensirt. Die Flasche, in der er aufbewahrt wird, muss sehr gut verschlossen sein, und jedesmal vor dem Oeffnen bis 0° abgekühlt werden.

Der reine Aether ist farblos, von starkem, süssem, angenehmen Geruch, etwas knoblauchartig riechend und schmeckend. Spec. Gew. bei $+5^{\circ} = 0,774$; bei 750^{mm} B. siedet er bei $+12,5^{\circ}\text{C}$. Das spec. Gew. des Dampfes ist 2,2349. Angezündet brennt er mit grüner Flamme, ohne Russ abzusetzen, indem sich Salzsäure ausscheidet. Bei der Dunkelrothglühhitze zerfällt er in gleiche Maasse ölbildendes und chlorwasserstoffsaures Gas. Wasser absorbirt von dem Gase sein gleiches Volumen, oder ungefähr $\frac{1}{5}$ seines Gewichts. Die Auflösung ist neutral, und wird durch Silberoxydsalze nicht gefällt. Alkohol und Aether lösen den Aether in allen Verhältnissen auf. Schwefelsäure, Salpetersäure und Alkalien zerlegen ihn vollständig.

Die Zusammensetzung desselben ist von mehreren Chemikern untersucht. Er besteht aus $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ oder $\frac{1}{5}\text{AeCl}_2$, oder aus 45,41 Aethyl (37,71 C; 7,70 H) und 54,59 Cl.

Lässt man Chlorgas mit dem Dampfe des Aethers im direkten Sonnenlicht zusammentreten, so entsteht eine Explosion, welche mit einer dunkelrothen Flamme begleitet ist; lässt man beide im Dunkeln gemengt stehen, und setzt sie dann dem Sonnenlicht aus, so bildet sich, nach Laurent's Versuchen, unter Bildung mehrerer anderer Produkte das Kohlensesquichlorür (C_2Cl_6), welches sich in Krystallen ausscheidet. Am ausführlichsten ist die Einwirkung des Chlors auf den Aether durch Regnault untersucht worden, welcher zuerst eine Verbindung erhielt, welche aus $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_4$ zusammengesetzt war, also gleich der Holländischen Flüssigkeit, mit der sie auch in der Dichte des Dampfes übereinstimmt, ohne ihr gleich zu sein. Durch die Einwirkung des Chlors auf diesen Körper erhält man unter sehr lebhafter Reaction den Laurent'schen Chlorkohlenstoff C_4Cl_{12} (C_2Cl_6). Bevor dieser Körper entsteht, bildet sich erst noch $\text{C}_4\text{H}_6\text{Cl}_6$, so dann $\text{C}_4\text{H}_4\text{Cl}_8$ und endlich $\text{C}_4\text{H}_2\text{Cl}_{10}$. Die einzelnen Glieder dieser Reihe sind genau so zusammengesetzt, wie das Aethylchlorür selbst, nur dass das Chlor stufenweise an die Stelle des Wasserstoffs getreten ist:

Chlorwasserstoffäther	$C_4 H_{10} Cl_2$
— einfachgechlorter	$C_4 H_8 Cl_2 Cl_2$
— zweifachgechlorter	$C_4 H_6 Cl_4 Cl_2$
— dreifachgechlorter	$C_4 H_4 Cl_6 Cl_2$
— vierfachgechlorter	$C_4 H_2 Cl_8 Cl_2$
— völliggechlorter	$C_4 Cl_{10} Cl_2$

Die Verbindungen, welche durch die Einwirkung des Chlors auf die holländische Flüssigkeit entstehen, sind dieser völlig isomerisch.

Vergl. Laurent: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XI. p. 423. Regnault ibid. Bd. XIX. p. 193.

Die Einwirkung des Broms auf den Chlorwasserstoffäther ist nicht untersucht, würde jedoch zu sehr interessanten Resultaten führen. M.

Aethylcyanür, Cyanwasserstoffäther, von Pelouze entdeckt, wird erhalten durch Destillation eines Gemenges von Cyankalium und ätherschwefelsaurem Kali; es bildet sich schwefelsaures Kali, und Aethylcyanür destillirt als eine farblose, knoblauchartig riechende Flüssigkeit von 0,787 spec. Gew. über. Sein Siedepunkt liegt bei + 82° bei 787^{mm} B. Er ist leicht entzündlich, brennt mit blauer Farbe und ist sehr giftig. Seine Zusammensetzung ist $\frac{4}{15} Ae Cy_2$, oder 52,74 Aeth. und 47,26 Cyan; spec. Gew. des Dampfs 1,924. Vergl. Pelouze in Pogg. Ann. XXXII. p. 304. M.

Aethylfluorür, Fluorwasserstoffäther, will H. Reinsch erhalten haben, indem er Fluorwasserstoffsäure in Alkohol leitete; er konnte jedoch denselben weder rein darstellen, noch gehörig untersuchen. Vergl. Journ. f. prakt. Chem. XIX. 314. M.

Aethyljodür, Jodwasserstoffäther, von Gay-Lussac dargestellt; man erhält ihn durch Destillation eines Gemenges von Alkohol und Jodwasserstoffsäure, oder Destillation von 2½ Th. Jodphosphor und 1 Th. Alkohol bei gelinder Wärme. Durch Wasser scheidet man aus dem Destillat den farblosen Aether ab. Sein spec. Gew. ist bei 22,3° C. 1,9206; er kocht bei 64,8°. Das spec. Gew. des Dampfs ist 5,409. In der Glühhitze zerlegt er sich in Jod, Kohle und eine krystallinische, nicht untersuchte Masse. An der Luft röthet er sich. Wasser löst ihn schwer, Alkohol und Aether sehr leicht. Kalium verändert ihn bei der gewöhnlichen Temperatur nicht. Alkalien, Salpetersäure und Chlor wirken langsam auf ihn ein, Schwefelsäure zersetzt ihn sehr schnell. Er ist nicht analysirt; aus dem spec. Gew. des Dampfes, welches Gay-Lussac bestimmt hat, ergiebt sich die Zusammensetzung: $\frac{4}{15} Ae J_2$, oder 18,91 Aethyl und 81,09 Jod. Vergl. Gay-Lussac in Gilb. Ann. Bd. 49. p. 259. Sérullas: Ann. de Chim. et de Phys. T. XXV. p. 323. M.

Aethylkalium. Loewig giebt an, bei der Zersetzung des Chloräthyls durch Kalium nur Chlorkalium und eine andere weisse

Salzmasse erhalten zu haben, welche er für Aethylkalium erklärt. Ein permanentes Gas wird dabei nicht erhalten. Bei der Verbrennung des Aethylkaliums wurde Wasserstoff und Kohlenstoff im Verhältniss von $10H:4C$ erhalten. (Pogg. Ann. XLV. p. 346.) Das Aethylkalium würde einer Legirung zweier Metalle entsprechen, ebenso wie man durch Zersetzung von Chlormagnesium durch Kalium, Chlorkalium und Chlormagnesium erhält. M.

Aethyloxyd. Diejenigen Chemiker, welche den Aether als das Oxyd eines organischen Radikals betrachten, benennen ihn mit dem theoretischen Namen Aethyloxyd = $C_4H_{10} + O$. Mehrere andere Gelehrte betrachten ihn als Hydrat des Aetherins = $C_4H_8 + H_2O$. Die Annahme einiger Chemiker (Couërbe), der isolirte Aether sey ein anderer, als der im Essigäther u. s. w., ist ungegründete Hypothese. (Ann. de Chim. et de Phys. T. 58. p. 169.) M.

Aethyloxydhydrat. Den Alkohol $C_4H_{10}O_2$ kann man der Zusammensetzung nach betrachten als eine Verbindung des Aethers (Aethyloxyds) mit Wasser = $C_4H_{10}O + H_2O$. Gegen diese Ansicht sprechen mehrere Thatsachen, z. B. das Verhalten der wasserfreien Schwefelsäure zum Alkohol, der nicht dadurch in Aether umgewandelt wird; sodann die wahrscheinliche Existenz eines Aetherhydrats, welches sich bildet, wenn man den wasserhaltigen Aether einer Temperatur von -40° aussetzt u. m. a. Es würden dann Alkohol und Aetherhydrat nur isomerische Körper sein. Der dritte eben so zusammengesetzte ist der Holzäther. M.

Aethyloxydsulphocarbonat. Diese Verbindung entspricht den zusammengesetzten Aetherarten, nur dass an der Stelle der Säure sich Schwefelkohlenstoff befindet. Sie kann jedoch eben so wenig wie der schwefelsaure Aether dargestellt werden, wohl aber in Vereinigung mit Schwefelkohlenstoff und Wasser, oder einer Basis, also ganz eben so wie die Aetherschwefelsäure. Die Zusammensetzung der einfachen Verbindung würde sein $C_4H_{10}O + CS_2 = \frac{1}{10}Ae + C$; die der Doppelverbindungen ist $\frac{1}{10}AeC + HC$ und $\frac{1}{10}AeC + RC$. M.

Aethyloxydsulphocarbonsäure (Xanthogensäure). Der Aetherschwefelsäure in der Zusammensetzung und vielen Eigenschaften ganz entsprechend ist diese Säure, welche Zeise entdeckt und sehr vollständig untersucht hat. Seine Angaben sind durch die Untersuchungen von Liebig, Pelouze und Couërbe bestätigt worden. Wenn man 1 Th. geschmolzenes Kalihydrat in 12 Th. Alkohol von 0,800 spec. Gew. oder in 6 Th. absolutem Alkohol auflöst, und nach und nach Schwefelkohlenstoff hinzutröpfelt, bis die alkalische Reaction der Flüssigkeit zerstört ist, so bildet sich nicht, wie zu vermuthen war, Kaliumsulphocarbonat, sondern der Schwefelkohlenstoff vereinigt sich unmittelbar mit dem Aether und dem Kali, so dass man das Kali-Aethyloxyd-Sulphocarbonat erhält. Durch Erkalten bis zu 0° krystallisirt dieses Salz aus der Flüssigkeit heraus, in Form farbloser, oft

etwas gelblicher Nadeln; die mit Wasser vermischte, decantirte Mutterlauge, wobei etwas Schwefelkohlenstoff sich ausscheidet, liefert beim Verdampfen noch etwas Salz. Durch verdünnte Schwefel- oder Chlorwasserstoffsäure kann man die freie Säure in Gestalt einer öligen Flüssigkeit ausfällen, welche mit Wasser vorsichtig gewaschen werden muss. Sie bildet sodann eine etwas gelbliche, ölige Flüssigkeit, die schwerer als Wasser, stark und sehr übelriechend ist, scharf, sauer, adstringirend und bitter schmeckt; sie röthet Lackmuspapier, bleicht es aber darauf. Beim Erhitzen bis zu 24° C. zerlegt sie sich; es bildet sich Schwefelkohlenstoff und Alkohol. Mit Luft oder lufthaltigem Wasser in Berührung, bedeckt sie sich mit einer weissen Kruste. Die Säure treibt die Kohlensäure aus den Salzen aus. Durch Jod wird sie unter Jodwasserstoffbildung zerlegt, während sich eine noch nicht untersuchte andere ölige Verbindung bildet. Zeise fand die mit den Basen vereinigte Säure zusammengesetzt nach der Formel

$C_4 H_{10} O + 2\overset{''}{C}$. Im freien Zustande muss sie 1 At. Wasser enthalten, da sie bei der Destillation Alkohol liefert; sie besteht also dann

aus $C_4 H_{10} O, \overset{''}{C} + H\overset{''}{C}$. Im wasserfreien Zustande enthält sie 56,45 S; 32,17 C; 4,84 H; 7,04 O; im wasserhaltigen 30,44 Aether; 62,25 Schwefelkohlenstoff; 7,31 Wasser.

Die Salze der Säure mit den Alkalien und alkalischen Erden sind in Wasser und Alkohol löslich, die der metallischen Oxyde sind darin unlöslich. Beim Erhitzen an der Luft entzünden sie sich unter Funken sprühen; destillirt geben sie ein nach Knoblauch riechendes Gasgemenge aus Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, ein eigenthümliches schwelliges Oel, Xanthogenöl, eine Verbindung von Schwefeläthyl mit Schwefelwasserstoff, welche Zeise Mercaptan genannt hat; im Rückstande bleiben Schwefelmetalle, gemengt mit Kohle. Die Salze sind leicht zersetzbar, und schon an feuchter Luft verändern sie sich; das trockene Kalisalz kann bis 200° erhitzt werden, ohne sich zu verändern. Das Kupferoxydulsalz erscheint in schönen gelben Flocken, wofür Zeise den Namen Xanthogensäure ableitete, von $\chiανθος$ blond. Vergl. Zeise: Pogg. Ann. Bd. XXXV. p. 487. Couërbe Ann. de Chim. et de Phys. T. 61. p. 225. Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXIII. Pelouze und Liebig Ann. der Pharm. XIX. p. 260. M.

Aethylsulphhydrat, Schwefelwasserstoffschwefeläthyl, Mercaptan, von Zeise entdeckt, wird am bequemsten dargestellt, indem man ein Gemisch von 2 Th. concentrirter Schwefelsäure und 1 Th. absolutem Alkohol mit Kali sättigt, das niedergefallene schwefelsaure Kali entfernt, einen Ueberschuss von Kali hinzufügt, diesen durch Schwefelwasserstoffgas sättigt und das Gemisch der Destillation unterwirft (Wöhler). Die übergegangene Flüssigkeit giesst man nach und nach durch den Tubulus einer Retorte, in der sich Quecksilberoxyd befindet, und die selbst, wie auch die daran befindliche Vorlage abgekühlt wird. Hat man 3—4 Th. der unreinen Verbindung auf 1 Th. Quecksilberoxyd gebracht, so nimmt man die Retorte aus der Kältemischung, schüttelt sie um, und erwärmt sie bei kalt gehaltener Vorlage ganz gelinde. Nach und nach erhitzt man die Retorte bis $+114^{\circ}$; dabei schmilzt die Verbindung des Schwefeläthyls mit Schwefelquecksilber, welche sich gebildet hat,

und kann nun leicht von dem Schwefelquecksilber abgegossen werden. Ist das Schwefeläthyl-Schwefelquecksilber erkaltet und erstarrt, so pulvert man es und wäscht es mit Alkohol aus, trocknet es bei 100° , pulvert es, vermischt es zur bessern Vertheilung mit Glaspulver, bringt es in ein Glasrohr und leitet Schwefelwasserstoff hinüber, während man es bis auf 60° erwärmt. Die flüchtigen Produkte fängt man in einer kalt gehaltenen Vorlage auf. Die Flüssigkeit, welche übergeht, ist das reine Aethylsulphhydrat, welches noch etwas Schwefelwasserstoffgas aufgelöst hält. Dieses entfernt man durch Destillation über etwas Quecksilbersalz bei $+58^{\circ}$.

Die Verbindung ist dann eine farblose, ätherische, zwiebelartig riechende Flüssigkeit, bei $+15^{\circ}$ spec. Gew. 0,842 (Zeise), bei $+21^{\circ}$ aber 0,835 (Liebig), neutral reagirend. Aus der Entfernung schon entzündlich, brennt sie mit blauer Flamme, schwellige Säure bildend. Bei -22° wird sie noch nicht fest; kocht nach Zeise bei $+63^{\circ}$, nach Liebig bei $+36,2^{\circ}$. Durch starke Verdunstung kann man sie erstarren machen. Wasser löst wenig davon auf, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen. Schwefel, Phosphor und Jod werden davon aufgelöst; das letztere bildet eine neue Verbindung damit, welche durch Wasser abgeschieden werden kann.

Kalium und Natrium bilden unter Wasserstoffentwicklung Schwefelmetalle, welches sich mit dem Schwefeläthyl zu farblosen Salzen vereinigen.

Die Metalloxyde, welche durch Schwefelwasserstoff nicht zersetzt werden, sind auch nicht im Stande, diese Verbindung zu zerlegen, wohl aber die anderen.

Zeise fand das Aethylsulphhydrat zusammengesetzt aus 39,05 C, 9,56 H, 51,39 S oder $C_4H_{12}S_2$. Es hat also genau die Zusammensetzung des Alkohols, in welchem an der Stelle des Sauerstoffs sich Schwefel befindet, es ist indessen der Körper in seinen Verhältnissen dem Alkohol so unähnlich, dass beide Verbindungen nicht so angesehen werden dürfen, als seyen sie ganz entsprechende.

Durch die Einwirkung des Aethylsulphhydrats auf verschiedene Metalle und Metalloxyde werden die Verbindungen des Schwefeläthyls mit den Schwefelmetallen erhalten, welche ich bei dem „Schwefeläthyl“ anführen werde.

Merkwürdig sind die Reactionen, welche die Salpetersäure auf das Aethylsulphhydrat ausübt; Loewig hat sie sehr gründlich untersucht. Es bildet sich in der Wärme eine blutrothe Flüssigkeit, welche im wesentlichen aus einer Verbindung des Aethylsulphhydrats mit Stickstoffoxyd besteht. Darauf bildet sich schwefligsaures Schwefeläthyl, sodann die Sulphäthylschwefelsäure. Vergl. Loewig in Pogg. Ann. Bd. XLVII. u. XLIX. Kopp: Ann. der Pharm. Bd. 35. p. 343.

Zeise in Pogg. Ann. XXXI. p. 369. Journ. f. prakt. Chem. I. p. 257. Liebig: Ann. der Pharm. 11. p. 14. Regnault: Journ. f. prakt. Chem. XIX. p. 264. M.

Aethylverbindungen. Die Ansicht, das Aethyl C_2H_5 als Radikal des Aethers zu betrachten, hat so viel Wahrscheinlichkeit für sich, und gewährt ausserdem so viel Bequemlichkeit, dass die

meisten Chemiker sich für dieselbe entschieden haben. Die Verbindungen, welche man von dem Aethyl ableiten kann, sind folgende:

Aethyl	$C_4 H_{10}$	Ae.
Aethyloxyd	$C_4 H_{10} O$	Äe.
Aethyloxydhydrat (Alkohol)	$C_4 H_{12} O_2$	Äe + $H_2 O$.
Aethyloxydsalze (Aetherarten)	$C_4 H_{10} O + Ac.$	Äe + Ac.
Saure Aethyloxydsalze (Aethersäuren)	$C_4 H_{10} O, Ac + H Ac.$	Äe, Ac + $H Ac.$
Schwefels. Aethyloxyd-Aetherol (Weinöl)	$C_8 H_{18} O_1 + S_2.$	Äe $\ddot{S} + (C_4 H_8)\ddot{S}.$
Oxals. Aethyloxyd-Oxamid (Aetheroxamid)	$C_8 H_{14} N_2 O_6$	Äe $\ddot{O} + \ddot{O}N_2 H_4.$
Kohlens. Aethyloxyd-Chlorkohlenoxyd (Urethan)	$C_6 H_{10} O_4 Cl_2$	Äe $\ddot{C} + Cl_2 \ddot{C}.$
Basisch essigsäures Aethyloxyd (Acetal)	$C_{16} H_{36} O_6$	3(Äe), $C_4 H_8 O_3.$
Aethyloxydsulphocarbonat	$C_8 H_{10} O S_2$	Äe $\ddot{C}.$
Aethyloxydsulphocarbonsäure (Xanthogensäure)	$C_6 H_{10} O S_4 + Aq.$	Äe $\ddot{C} + H \ddot{C}.$
Aethylchlorür (Chlorwasserstoffäther)	$C_4 H_{10} Cl_2$	Ae $Cl_2.$
Gechlortes Aethylchlorür	$C_4 H_8 Cl_4 - C_4 Cl_{12}$	
Aethylbromür (Bromwasserstoffäther)	$C_4 H_{10} Br_2$	Ae $Br_2.$
Aethyljodür (Jodwasserstoffäther)	$C_4 H_{10} J_2$	Ae $J_2.$
Aethylcyanür (Cyanwasserstoffäther)	$C_4 H_{10} Cy_2$	Ae $Cy_2.$
Chloreyanäthyl (Chloreyanäther)	$C_4 H_{10} Cy Cl$	Äe + $Cy Cl.$
Schwefeläthyl (Schwefelwasserstoffäther)	$C_4 H_{10} S$	Ae $S = \dot{A}e.$
Aethylsulphhydrat (Mercaptan)	$C_4 H_{12} S_2$	Ae $S, H_2 S.$
Schwefeläthylschwefelmetalle	$C_4 H_{10} S + R S$	Ae $S, R S.$
Schwefligsaures Schwefeläthyl	$C_4 H_{10} S_2 O_2$	Ae $S, S O_2.$
Sulphäthylschwefelsäure	$C_4 H_{12} S_3 O_3$	Ae $\left\{ \begin{array}{l} S \\ O \end{array} \right\} + S O_3$
Zweifach Schwefeläthyl	$C_4 H_{10} S_2$	Ae $S_2.$
Selenäthyl	$C_4 H_{10} Se$	Ae $Se.$
Telluräthyl	$C_4 H_{10} Te$	Ae $Te.$

Wie man die Aethylverbindungen auch betrachten kann als zu dem Acetylradikal gehörende, siehe unter Acetyl. M.

Aetzbeitzte. Um in dem Kattundruck, und dem übrigen Druck zu ätzen, bedient man sich der Aetzbeitzte und der Reservagen. Es haben dieselben einen vierfachen Zweck: 1) um Farben, die schon aufgetragen sind, stellenweis wieder aufzulösen, und auf diese Weise wieder fortzuspülen; 2) um Farben, die nachher aufgetragen werden sollen, an den einzelnen Stellen aufzulösen und zu entfernen, so dass sich sowohl hier wie dort die Farbe mit den Stoffen an jenen Stellen nicht vereinigt; 3) um schon niedergeschlagene Farben zu zerstören, so dass nach dem Spülen die farblose Stelle erscheint; 4) um einzelne Stellen des Gewebes, welche vor Aufdrucken der Farbe aufgetragen sind, vor dem Eindringen des Pigments chemisch und mechanisch zu schützen. — Zu 1) und 2) bedient man sich der Citronen-, Oxal-, Weinstein-, Salpetersäure, des

sauren schwefelsauren Kali's für Thonerde-, Eisen- und Manganründe; zu 2) wendet man arseniksaures Kali an; zu 3) wendet man bei Krapp- roth Chlor, bei Indigo Salpetersäure, auch saures chromsaures Kali, auch Zinnchlorür für Manganbraun und Eisenoxyd. Zu 4) endlich nimmt man Kupfer- und Quecksilbersalze. Vergl. Ann. de l'industrie franc. T. 2. p. 351. — Köchlin-Schouch in Dingl. polyt. Journ. Bd. 30. p. 30. M.

Aetzen bezeichnet im Allgemeinen ein Zerstören der Oberflächen durch auflösende oder zersetzende Stoffe. Man bedient sich dieses Mittels häufig in den Künsten und Gewerben. Sollen nur gewisse Theile der Oberfläche geätzt werden, so überzieht man den zu ätzenden Stoff mit einem Körper, der von dem Aetzmittel nicht oder wenig angegriffen wird, Aetzgrund, und nimmt ihn darauf an den Stellen wieder weg, wo geätzt werden soll. In Glas ätzt man mit Flusssäure, in Kupfer, Stahl und lithographischen (Kalk-)Stein mit verdünnter Salpetersäure. Zu letzterem hat sich eine Aetzflüssigkeit aus 6 Th. Chlorcalcium, 4 Th. Gummi, 1 Th. Salzsäure und 19 Th. Regenwasser sehr vortheilhaft erwiesen (Chevallier u. Langlumé); auf Stahl: 4 Th. concentrirter Holzessig, 1 Th. Weingeist, 1 Th. starke Salpetersäure (Turrell's Aetzflüssigkeit). B.

Aetzflüssigkeit s. Aetzen.

Aetzgrund vergl. Aetzeh. Der Aetzgr. der Kupferstecher besteht aus Harz, Asphalt, Wachs und Terpenthin. Man bringt ihn auf die erwärmte Metallplatte, auf welcher er sich gleichmässig ausbreitet. Die nämliche Mischung ist auch auf Stahl und Glas anwendbar, zu letzterem kann man, in Ermangelung eines anderen Grundes, im Kleinen auch Wachs allein nehmen. Beim lithographischen Stein wird die geätzte Platte, welche nur an den mit der lithographischen Kreide nicht bezeichneten Stellen von der Aetzflüssigkeit angegriffen ist, mit Gummiwasser getränkt, welches bewirkt, dass diese Stellen die Schwärze, deren man sich zum Abdruck bedient, nicht annehmen. Chevallier's Aetzflüssigkeit ätzt und gummirt zugleich den Stein. B.

Aetzkali, Aetzkalk s. Kali, Kalk.

Aetzstein, in Stengelform gegossenes, kaustisches Kali, das in der Chirurgie zum Wegätzen von Fleischauswüchsen u. dgl. gebraucht wird. Die Formen dazu sind von Metall. B.

Affiniren wird ein 1802 von d'Arcet beschriebenes und ausgeführtes Verfahren genannt, Silber von dem damit legirten Kupfer zu trennen, was man bis dahin allein durch das weit umständlichere und kostbarere Abtreiben und Saigern bewerkstelligte. Ausserdem aber hat das Aff. den grossen Vorzug, dass dadurch auch die geringe Menge Gold, die im Silber sich findet, und $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{2000}$ vom Gewicht desselben ausmacht, abgesehen wird, was früher wegen der zu grossen Kosten bei anderen Methoden nicht ausführbar war. Das Silber wird zuerst geschmolzen und in Wasser gegossen, um es zu granuliren. Bei Münzen ist diess nicht nöthig. Hierauf kocht man dasselbe mit concentrirter Schwefelsäure in einem Kessel von Platin oder

von Gusseisen, welches zwar von verdünnter, aber nicht von concentrirter Schwefelsäure angegriffen wird. Die Säure wird dabei theilweise zerlegt in schweflige Säure, welche entweicht oder in Wasser geleitet wird, worin sie sich allmählig in Schwefelsäure umwandelt, und in Sauerstoff, welcher Silber und Kupfer oxydirt, worauf sich Gold als ein feines Pulver abscheidet. Hat die Entwicklung von schwefliger Säure aufgehört, so werden die schwefelsauren Salze von dem Golde in bleierne Gefässe abgegossen, mit Wasser verdünnt und filtrirt. Dann bringt man Kupfer in die Auflösung, welches sich mit der Schwefelsäure verbindet und das Silber in grauen, schwammähnlichen Massen ausfällt, welches ausgewaschen, getrocknet und eingeschmolzen wird. Die Auflösung von Kupfervitriol ist sauer. Sie kann mit Kupferoxyd, Kupferhammerschlag gesättigt, und dadurch eine noch grössere Menge Kupfervitriol gewonnen werden. Das Gold wird, um es von allen noch anhaftenden Beimengungen zu reinigen, noch einmal mit Schwefelsäure gekocht und dann nach dem Auswaschen und Trocknen mit Salpeter eingeschmolzen. B.

Affinität s. Verwandtschaft, Wahlverwandtschaft.

Afterkrystalle, Pseudokrystalle, sind Mineralien, die zwar äusserlich die Gestalt der Krystalle haben, aber nicht durch die Krystallisationskraft in diese Form gebracht worden sind. Sie zeigen kein blättriges Gefüge, haben einen erdigen Bruch, meist rauhe Oberflächen und abgerundete Kanten. Die Substanz, aus der sie bestehen, ist entweder unkrystallisirbar oder krystallisirt in Formen, die mit denen des Afterkrystalls keinen Zusammenhang haben, dessen Stoff seiner Form fremd ist. Obgleich der eigentliche Hergang bei der Bildung der Art in vielen Fällen noch dunkel ist, so kann man doch alle auf drei Ursachen zurückführen: 1) auf Umhüllung. Ein wahrer Krystall wird von einer anderen Substanz incrustirt, und dann ganz oder theilweise aufgelöst, so dass also der Pseudokr. hohl oder auch oft mehr oder minder mit der umhüllenden Substanz ausgefüllt ist. Quarz, Chalcedon über Kalkspath- und Flussspathkrystallen liefern nicht ungewöhnliche Beispiele hierzu. Hierher gehören auch die zu Przibram gefundenen hohlen Art. von sammtartigem Brauneisenstein auf tafelförmigem Schwerspath; 2) auf Ausfüllung, wenn ein echter Krystall, der von einem anderen Gestein umgeben ist, aufgelöst und fortgeführt wird, und eine fremde Substanz die Höhlung ausfüllt. Z. B. Hornstein in Formen von Kalkspath, Speckstein in Formen des Quarzes, Kalkspaths, Feldspaths u. s. w.; 3) auf Umwandlung der Bestandtheile. Diese Entstehungsweise ist die häufigste und in chemischer Beziehung interessanteste. Die Octaëder des Magneteisensteins nehmen Sauerstoff auf und verwandeln sich in Eisenoxyd; nicht selten ist Malachit in Octaëdern und Dodekaëdern des Rothkupfererzes, das zuweilen noch den Kern des Afterkr. ausmacht, und durch Aufnahme von Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser zu Malachit wird. Die Krystalle des Schwefelkieses gehen in Brauneisenstein über, indem sie Schwefel verlieren und Sauerstoff und Wasser aufnehmen. Die Verwandlung geht auch hier von aussen nach innen vor sich. Weissbleierz (kohlensaures Bleioxyd) fand man

in der Form des Bleiglanzes, Mennige in Krystallen des Weissbleierz, Eisenoxydhydrat in Rhomboedern des Spathisensteins. Hier lassen sich die chemischen Vorgänge, die statt gefunden haben, noch nachweisen, wenn auch das Wie nicht so zur Hand liegt. Schwierig aber bleibt die Erklärung für die Entstehung der sogenannten krystallisirten Grünerde aus dem Augit, dessen Formen sie hat, so wie die allmähliche Umwandlung der Feldspathzwillinge aus dem rothen Porphy von Ilmenau in grösstentheils kohlen saure Kalkerde. — Auch künstlich lassen sich Afterkr. darstellen. Spathisenstein bei 100° in einen Strom von Schwefelwasserstoffgas gebracht, geht mit Beibehaltung seiner Form in Schwefelkies über, dessgleichen Weissbleierz in Bleiglanz, wenn man es in Wasser legt, das mit demselben Gase gesättigt ist. Wenn man die (2 + 1) gliedrigen Krystalle von doppelt kohlen saurem Kali erwärmt, so entweichen Wasser und Kohlen saure, und das rückständige einfach kohlen saure Kali, Pottasche, behält die frühere Form bei. B.

Afterschörl s. Axinit.

Agalmatolith (*ἀγάλμα* Bildsäule, *λίθος* Stein) Bildstein, Pagodit, besteht nach Vauquelin aus 56 Kieselsäure, 29 Thonerde, 1 Eisenoxyd, 2 Kalkerde, 7 Kali, 5 Wasser. Hiermit stimmen nahe Klaproth und Thomson; dagegen fand Lychnell kein Wasser, 72,40 K., 24,54 Th., 2,85 Eisenoxyd = ÄSi . Fühlt sich fett an, ist derb, splittrig im Bruch, gelblich oder grünlich-grau, spec. Gew. 2,8. Kommt zu Nagyag und Schemnitz in Ungarn, bei Schwarzenberg in Sachsen, hauptsächlich aber in China vor, wo man Pagoden und andere Figuren daraus schnitzt. Vergl. Wackenroder im Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXII. p. 8. B.

Agaphit s. Türkis.

Agat, Achat s. Chalcedon.

Agedoite. Robiquet fand in der Süssholzwurzel eine eigenthümliche krystallisirbare Substanz auf, welche er unter diesem Namen beschrieb. Plisson zeigte später, dass sie mit dem Asparagin gleich sey. M.

Aggregat (aggregare, anreihen) ist eine Vereinigung von gleichartigen oder ungleichartigen Theilen zu einem äusserlich wahrnehmbaren Ganzen. Der Granit ist z. B. ein Aggregat von Feldspath, Quarz, Glimmer. A.

Aggregation ist die Thätigkeit in der Natur, ein Aggregat zu bilden. Sie kann als Folge der Adhäsionskraft betrachtet werden. A.

Aggregatzustand (Aggregationsform), ist die Art, wie die für die Wahrnehmung gleichartigen Theilchen eines Körpers mit einander verbunden sind. Man unterscheidet den festen (starren), tropfbaren (flüssigen) und ausdehnsamen (luftförmigen) Aggregatzustand. Viele Stoffe zeigen sich unter Umständen in jedem dieser drei

Zustände, ohne ihre sonstige materielle Beschaffenheit zu ändern. Eis, Wasser, Wasserdunst sind ein bekanntes Beispiel dafür. Die Natur der Kräfte in den kleinsten Theilen der Körper ist uns unbekannt. Daher können wir auch nicht über die Ursachen der Aggregatzustände genügenden Aufschluss auf dem Gebiete der Physik erwarten. Da aber viele der Erscheinungen genauer erforscht sind, die den Uebergang eines Stoffes aus der einen Aggregationsform in die andere begleiten, so ist man zu manchen Hypothesen veranlasst. Aeusserer mechanischer Druck bringt nicht nur Verdichtung luftförmiger Stoffe mit Beibehaltung des ausdehnbaren Zustandes, sondern bei den meisten auch einen Uebergang zur Tropfbarkeit hervor. Die Entziehung der Wärme hat denselben Erfolg und verwandelt auch tropfbare Körper in feste. Aufhebung des äusseren Drucks, so wie Erwärmung bringen die entgegengesetzten Aggregationsänderungen hervor. Am auffallendsten und mannigfaltigsten zeigen sich diese bei chemischen Vermischungen. Genauere Betrachtungen und Beispiele dieser Aggregationsänderungen geben die Artikel Condensation, Gefrieren, Krystallisiren, Schmelzen, Verdunsten, Affinität u. A. Zur Erklärung der Verschiedenheit der Aggregatzustände nimmt man in den Massentheilchen eine attractive Kraft an und legt der in allen Stoffen wirkenden Wärme eine repulsive Kraft bei. Die attractive Kraft zeigt sich bei unmittelbarer Berührung immer in gewissen Richtungen besonders thätig (s. Krystallisation). Daraus entsteht die Starrheit des festen Körpers, zufolge welcher die Theilchen nicht nur in derselben Entfernung von einander, sondern auch in derselben Lage und Anordnung zu verharren streben. Die Wärme, welche überhaupt der Anziehungskraft entgegen wirkt, hebt diesen Einfluss auf und bringt im flüssigen Körper die vollständige Verschiebbarkeit der Theilchen gegen einander hervor. Die Anziehungskraft ist fast ganz überwunden, die Theilchen würden der Repulsivkraft der Wärme vollständig nachgeben, wenn sie nicht durch äusseren Druck zusammengehalten würden. Im leeren Raume gehen daher viele Flüssigkeiten in den luftförmigen Zustand über. In diesem wirkt nur die Repulsivkraft; die Attractivkraft ist gänzlich aufgehoben. Ein äusserer Druck kann einen Rückgang in den flüssigen Zustand bewirken. Dass die Wärme den wesentlichsten Antheil an der Verwandlung des Aggregatzustandes der Körper habe, geht auch daraus hervor, dass ein Theil der im Körper vorhandenen freien Wärme bei dem Uebergange aus dem festeren in den loseren Aggregatzustand verschwindet und bei dem entgegengesetzten Uebergange wieder als freie Wärme auftritt. (s. Wärme, latente.)

A.

Agriculturchemie ist die Anwendung der chemischen Erfahrungen und Principien auf die Erklärung von der Ernährung der Pflanzen, die Uebertragung derselben auf die Behandlung des Bodens, auf welchem man diese oder jene Pflanze erzeugen will, daher man ausser der freilich noch sehr wenig studirten Pflanzenphysiologie eine genaue Kenntniss der Zusammensetzung der Ackerkrume, der einzelnen Pflanzen und ihrer Theile, und endlich des Düngers dazu besitzen muss. Vergl. Liebig: die organische Chemie,

angewendet auf Agricultur und Physiologie. 1840. und Schulze: Recens. in den Berl. Jahrb. f. wissensch. Kritik. 1841. M.

Agtstein, ein wenig gebräuchlicher Name für Bernstein; daher die Bernsteinsäure auch Agtsteinsäure genannt wird. Auch Agatstein und Agatsteinsäure wird gesagt. M.

Agustit, synonym mit Beryll. In dem sächsischen Beryll, der sich später als Apatit erwies, glaubte Trommsdorff 1800 eine eigne Erde entdeckt zu haben, die er Agusterde nannte, Vauquelin aber zeigte, dass diess basisch phosphorsaure Kalkerde sey. B.

Ahornsäure. Von Scheele wurde im Saft von *Acer campestre* eine mit Kalk verbundene Säure gefunden, welche er für eine eigenthümliche organische erklärte, die indessen wahrscheinlich Aepfelsäure ist. M.

Ahornzucker. Eine mit dem Zucker des Zuckerrohrs ganz identische Zuckerart, welche namentlich aus dem Ahornbaum in Nordamerika gewonnen wird. Dort (in Louisiana) wird hauptsächlich *Acer saccharinum* benutzt, an andern Orten auch der Spitzahorn, Silberahorn, Feldahorn u. s. w. Im Februar und März bohrt man 2—3 Fuss über der Erde an mehreren Stellen $1\frac{1}{2}$ Zoll tief schräg aufwärts durch den Splint ein Loch, und setzt ein Rohr hinein. Der Saft fließt ungefähr 5 Tage lang, ohne dass der Baum dadurch besonders leidet, wenn es nicht zu oft geschieht. Am besten wird immer ein Jahr überschlagen. Der Saft ist klar, hell, 1,003—1,005 spec. Gew., je nach Boden, Klima und Witterung, auch die Baumsorte reich an Zucker. In Kaschau lieferten 1816 200 Bäume 75 Pfund sehr schönen Zucker und Syrup, dessen Aequivalent 25 Pfund Zucker betrug. Rusch behauptet, in Nordamerika geben 40 Pfund Saft 1 Pfund Zucker. Jeder Baum giebt 5—6 Pfund. In Oesterreich geben 80 Pfund Saft 1 Pfund Zucker. In Giessen gaben 1834

<i>Acer sacchar.</i>	2,98 pCt.
<i>Acer campestre</i>	2,50 -
<i>Acer rubr.</i>	2,50 -
<i>Acer dasycap.</i>	1,90 -
<i>Acer negundo</i>	1,12 -
<i>Acer platan.</i>	1,10 -
<i>Acer pseudoplat.</i>	0,9 -

Vergl. Liebig und Pogg. Handwörterb. Art. Ahornzucker.) Die Bereitung ist sehr einfach, der Saft muss schnell versotten werden, da er leicht gährt; beim Erkalten krystallisirt der Zucker, und wird meist nicht mehr raffinirt, sondern gelb verbraucht.

(Geiseler im Journ. f. prakt. Chem. II. 437. Baiersches Kunst- und Gewerbe-Blatt. 1835. p. 653.) M.

Aixer Oel wird an einigen Orten das gute, reine Olivenöl genannt, welches angeblich aus Aix bezogen wird. M.

Akajou-Schwarz, ein Farbstoff aus der Schaale von *Semecarpus Anacardium*. Der daraus gewonnene weisse, scharfe Saft wird an der Luft bräunlich-schwarz. Mit Kalk vermischt, kann er zum Schreiben angewendet werden; in Indien benutzt man ihn zum Zeichnen der Wäsche u. s. w. Alkohol und Alkalien lösen ihn nicht einzeln, wohl aber zusammen. Schwefelsäure und Zinnchlorid verändern seine Farbe nicht; Salpetersäure wandelt sie in Orange um. M.

Akamptische Figuren nennt Leibnitz (*Acta eruditorum* 1692. p. 445.) solche, die wegen eigenthümlicher Krümmung der Oberfläche keine Spiegelung der von einer anderen Linie reflektirten Strahlen geben können; wenn auch der Stoff, dem man diese Gestalt gegeben hat, vollkommen undurchsichtig und polirt ist. (Klügel: *Math. Wörterb.* I. S. 11. A.

Akaziengelb. Die Blüthe der gewöhnlichen Akazie (*Robinia pseudo-acacia*) giebt getrocknet, mit Wasser, $\frac{1}{2}$ Alaun und $\frac{3}{4}$ Kreide gekocht, eine Flüssigkeit, welche Seide, Wolle und Papier dauernd gelb färbt. M.

Aklastische Figuren nennt Leibnitz (*Acta eruditorum* 1692. p. 445.) solche, die wegen eigenthümlicher Krümmung ihrer Oberflächen keine Brechung der von einer anderen Linie reflektirten Strahlen bewirken; wenn auch der Stoff, den sie begränzen, Brechungsvermögen besitzt. (Klügel: *Math. Wörterb.* I. S. 11.) A.

Akline, aclinische Linie, ist diejenige Linie, welche keine magnetische Inclination zeigt, und die gewöhnlich magnetischer Aequator genannt wird. A.

Akmit, Achmit, ($\alpha\kappa\mu\eta$ Spitze, wegen der Form der spitzigen Krystalle), ein dem Augit in der Krystallform sehr ähnliches, zu Kless und im Kirchspiel Eger in Norwegen vorkommendes Mineral. Die Krystalle sind langgestreckt, schwarz, und spaltbar parallel den Säulenflächen. Spec. Gew. 3,2—3,3. Besteht nach Berzelius aus 55,25 Kieselsäure, 10,4 Natron, 31,25 Eisenoxyd, 1,08 Manganoxydul, 0,72 Kalkerde = $\dot{N}a \ddot{S}i + \ddot{F}e 2 \ddot{S}i_2$. B.

Akronyktischer Aufgang oder Untergang eines Gestirns ist das Zusammentreffen dieser Erscheinung mit dem Untergang der Sonne. A.

Aktinometer. Ein von W. Herschel erfundenes Instrument zur Messung der Intensität der Sonnenstrahlen. Es besteht aus einer Thermometeröhre, die oben eine Kugel trägt und mit ihrem unteren Ende an eine weite und lange, hohle, cylindrische Glasöhre geschmolzen ist. Die weite Röhre ist unten durch eine Messinghülse geschlossen, durch welche eine Schraube hindurchgeht, die sich oben in einem dichtschiessenden Kolben endigt. In dem oberen zugespitzten

Theile der Kugel ist eine kleine Oeffnung, um der Luft den Zutritt zu gewähren. Der Cylinder wird mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt, deren Stand durch die Schraube so regulirt wird, dass sie so weit in die Thermometerröhre tritt, dass sie während des Gebrauchs weder ganz in den Cylinder zurücktreten, noch bis in die Kugel hinaufsteigen kann. Das Thermometerrohr wird mit einer Scale versehen und das Ganze in einem inwendig geschwärzten Kasten befestigt, der nur auf einer Seite durch eine Platte dicken Spiegelglases ersetzt wird. Beim Gebrauch wird das Instrument horizontal gelegt und zwar dergestalt, dass die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Glasdeckel fallen. Die Scalentheile, um welche die Flüssigkeit während eines bestimmten Zeitraums (z. B. während 1 Min.) steigt, wird als Maass für die Intensität der Sonnenstrahlen benutzt. Dass diess Maass kein absolutes (vergleichbares) ist, leuchtet ein, da die Ausdehnung für gleiche Wärmequanta bei verschiedenen Temperaturen verschieden ist.

Um den Einfluss der Erwärmung und Erkaltung, welchen die umgebende Luft auf den Kasten während des Versuchs ausübt, zu eliminiren, beobachtet man, um wieviel der Flüssigkeitsstand sich in einem gleichen Zeitraum vor und nach dem Versuch im Schatten ändert. Sind diese Aenderungen resp. a und b , so ist die Aenderung, welche das Instrument während der Beobachtung in der Sonne durch die Luft allein erleidet $\frac{1}{2}(a + b)$, welche von der beobachteten Aenderung subtrahirt, oder zu derselben addirt werden muss, je nachdem jene Einwirkung eine erwärmende oder erkältende war. (Pogg. Ann. XXXII. 661.)

R.

Akyaerigummi, eine ziemlich unbekannte harzige Gummiart, vermuthlich von einer Amyris-Art herstammend; sie kommt aus Guyana zu uns, und wird dort zu Räucherungen bei Husten und Brustbeschwerden benutzt.

M.

Alabaster s. schwefelsaure Kalkerde.

Alabuta, die harten Saamen von *Chenopodium album*, einer Art Melde, welche bei der Fabrikation des astrachanischen Chagrins benutzt wird, indem man dieselben in das weiche Leder eintritt, welches dadurch Gruben erhält. Vergl. den Art. Chagrin.

M.

Alantcampher, Helenin. In der Wurzel von *Inula Helenium* (Alantwurzel) enthalten: jetzt meist unter dem Namen Helenin bekannt. s. dieses.

M.

Alantin. Eine eigenthümliche Stärkemehlart in der Alantwurzel, auch Inulin genannt. s. diesen Art.

M.

Alantöl. Bei der Destillation der Alantwurzel geht ein schweres, farbloses, ätherisches Oel über, welches fast gänzlich zu einem Stearopten erstarrt und dann das Helenin darstellt.

M.

Alantstärkemehl. Die unter dem Namen Alantin und Inulin (s. diese) bekannte Amylumart der Alantwurzel.

M.

Alaun, der Name für verschiedene schwefelsaure Doppelsalze von gleicher Krystallform und ähnlicher Zusammensetzung. Ohne weiteren Beisatz versteht man darunter den Kalialaun, welcher schwefelsaures Kali schwefelsaure Thonerde ist. In dem Ammoniakalaun und Natronalaun ist Kali durch Natron und Ammoniak vertreten, welche mit ihm isomorph sind. Ebenso im Eisenalaun und Chromalaun die Thonerde durch Eisenoxyd und Chromoxyd.

Alumen der Alten war unser Alaun nicht, sie gruben Alum. und gebrauchten es zur Bereitung einer schwarzen Farbe; sehr wahrscheinlich war es schwefelsaures Eisenoxyd.

Kalialaun, schwefelsaure Kali-Thonerde $\overset{K}{\text{S}} + \overset{Al}{\text{S}} + 24\text{H}$.

1 At. Schwefels. Kali	1091.08 18.38	od. 4 At Schwefels.	2004.64 33.77
1 - Schwefels. Thonerde	2145.83 36.15	1 - Thonerde	642.33 10.82
		1 - Kali	589.92 9.94
24 - Wasser	2699.52 45.47	24 - Wasser	2699.52 45.77
	5936.43		5936.4

Dieser Alaun wird nicht selten als Ausblüfung aus dem Alaunschiefer, einem mit Schwefelkies und Bitumen gemengten Thonschiefer, gefunden, selten jedoch in wohl ausgebildeten Krystallen, viel gewöhnlicher von haarförmiger, faseriger Textur, Federalaun; so zu Reichenbach in Sachsen u. a. O. Auch bei brennenden Steinkohlenflötzen, wie an dem brennenden Berg zu Duttweiler erzeugt sich Alaun, ebenso zuweilen in Klüften und Spalten der Lava, nahe bei noch thätigen Vulkanen, z. B. am Vesuv, auf Stromboli, Sicilien u. s. w. Doch ist der natürlich vorkommende Alaun für den Bedarf lange nicht ausreichend, und er wird daher künstlich in bedeutenden Mengen bereitet.

Darstellung. Die Gewinnung des Alauns beruht auf der Bildung desselben, wenn man ein auflösliches Kalisalz mit schwefelsaurer Thonerde mengt; diese aber lässt sich mit Vortheil darstellen, wo feuchte schweflige Säure und Luft auf Thon einwirken können. Zu Linz am Rhein leitet man die beim Rösten von Zinkblende erzeugte schwellige Säure auf grobzerkleinerten Kupferschiefer, und gewinnt dadurch schwefelsaure Thonerde, die man auslaugt, und nach Entfernung fremdartiger Beimengungen mit einem Kalisalz versetzt. — Berühmt ist der römische Alaun, welcher zu Tolfa im Kirchenstaat aus dem Alaunstein gewonnen wird. Dieser ist basisch schwefelsaure Thonerde mit schwefelsaurem Kali, gewöhnlich gemengt mit kieselsaurer Thonerde und wenig Eisenoxyd. Er scheint durch Einwirkung feuchter schwefliger Säure auf Trachyt, kieselsaure Kali-Thonerde, entstanden zu sein, und bildet sich in der Solfatara bei Neapel noch; man findet ihn auch in anderen Gegenden von Italien, Frankreich und Ungarn. Man röstet ihn schwach, wobei sich unter Abscheidung von Thonerde neutrale schwefelsaure Thonerde bildet, die mit dem schwefelsauren Kali Alaun bildet. Dieser wird mit Wasser ausgezogen, an der Luft abgedunstet und der mit röthlichem Schlamm (Eisenoxyd, Thonerde, Kieselsäure) umgebene Alaun in den Handel gebracht. — In vielen Gegenden, unter andern zu Freienwalde, stellt man Alaun aus dem Alaunerz dar. Dieses ist ein Ge-

menge von Thon (kieselsaurer Thonerde), Braunkohlen und sehr fein vertheiltem Schwefelkies (FeS_2). In diesem Zustand oxydirt sich der Schwefelkies an der Luft zu schwefelsaurem Eisenoxydul (Fe_2O_3) und Schwefelsäure (H_2SO_4), welche den Thon zersetzt. Man schüttet deshalb das Alaunerz in Halden unter einem Dach auf, wobei es in Folge der kräftigen Oxydation sich gewöhnlich stark erhitzt, bisweilen entzündet. Hierauf bringt man es in hölzerne Kasten mit doppeltem Boden, laugt es mehrmals aus, und leitet die Lauge zum Abdampfen in bleierne Pfannen, nachdem man sie zuvor möglichst der Luft ausgesetzt hatte, um das Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln, wobei basisch schwefelsaures Eisenoxyd in Menge abgeschieden wird. Ist die Lauge gehörig concentrirt, so wird sie mit Chlorkalium, Seifensiederflüssigkeit, einem Nebenprodukt bei der Seifenbereitung, oder mit schwefelsaurem Kali, das man bei der Fabrikation der Salpetersäure nebenher gewinnt, versetzt. Im ersten Fall entsteht Eisenchlorür und Chlorid, im letzten wird schwefelsaures Eisen ausgeschieden, während das Thonerdesalz mit dem schwefelsauren Kali zu Alaun sich verbindet. Man lässt die Auflösung in die Schlammkästen ab, worin sich wieder basisches Eisensalz abscheidet, und bringt sie, ehe sie sich abgekühlt hat, in den Mehlkasten, in dem man sie krystallisiren lässt unter beständigem Umrühren, wodurch die Bildung grösserer Krystalle gestört wird. Das krystallinische Mehl wird nun auf einem geneigten Boden mit kaltem Wasser abgewaschen, in heissem Wasser dann wieder gelöst, um den Alaun in grossen Krystallen daraus anschliessen zu lassen. — Auf ähnliche Weise gewinnt man auch Alaun aus dem in seiner Zusammensetzung dem Alaunerz sehr ähnlichen Alaunschiefer, so wie aus der Asche von thon- und schwefelkieshaltigen Steinkohlen.

Eigenschaften. Der Alaun ist leicht in schönen oktaëdrischen Krystallen zu erhalten, er schmeckt zusammenziehend, süsslich, reagirt sauer, löst sich in 18 Th. kaltem Wasser und $\frac{1}{4}$ heissem. Beim Erhitzen schäumt er, verliert sein Krystallwasser, gebrannter Alaun, und nimmt dies erst, wenn er längere Zeit mit Wasser in Berührung war, wieder auf. Bei einer bis zum Glühen gesteigerten Hitze wird er in schwefelsaures Kali, Thonerde, schweflige Säure und Sauerstoff zerlegt. Versetzt man eine Alaunauflösung mit einem ätzenden oder kohlsauren Alkali, so entsteht ein weisser Niederschlag von $\frac{1}{3}$ schwefelsaurer Thonerde, der sich so lange wieder auflöst, als noch eine nicht zu kleine Menge gewöhnlichen Alauns in der Flüssigkeit ist. Aus einer Alaunlösung, worin sich Thonerdehydrat bis zur Sättigung gelöst hat, oder die man so lange mit kohlsaurem Kali versetzt hat, bis der entstandene Niederschlag sich nicht mehr auflöst, krystallisirt ein basischer Alaun, $\frac{2}{3}$ schwefelsaure Thonerde enthaltend, in Würfeln aus, neutraler Alaun, dem man, da er nicht mehr sauer reagirt und thonerdereicher ist, in gewissen Fällen in der Färberei vor dem gewöhnlichen den Vorzug giebt. Beim Erhitzen und bei Frostkälte schlägt sich jedoch $\frac{1}{3}$ schwefelsaures Thonerdekali nieder, und Alaun findet sich in der Auflösung. Auch unter dem römischen Alaun finden sich nicht selten dergleichen würflige Krystalle. Die Benutzung des Alauns in der Färberei und Gerberei ist

sehr bedeutend, und zwar ist es die Thonerde, auf welcher seine Wichtigkeit beruht; durch sie werden die Farben auf den Zeugen befestigt und beim Weissgerben das Leder brauchbar gemacht. Ein Eisengehalt schadet in der Färberei, deshalb giebt man dem römischen Alaun vor dem deutschen den Vorzug, da er nur Spuren desselben enthält. Man entdeckt das Eisen durch ein aufgelöstes Blutlaugensalz, welches sogleich eine blaue Trübung bei Gegenwart von Eisen hervorbringt. Uebrigens lässt sich durch ein mehrmaliges Umkrystallisiren das Eisen fast ganz entfernen. Merkwürdig ist die Eigenschaft des Alauns, Wasser, das von Thonschlamm getrübt ist, wie dies nach heftigem Regen zuweilen stattfindet, sogleich zu klären. Es ist dazu nur wenig gepulverter Alaun erforderlich. Alaun von Rocca s. Alaunstein.

Natronalaun kommt auf der Insel Milo natürlich vor; künstlich wird er durch Vermischen von Glaubersalz mit schwefelsaurer Thonerde erhalten.

Ammoniakalaun findet sich auf Braunkohlenlagern in Böhmen. Er wird im Grossen durch Mischen der Alaun-Rohlaugung mit kohlen-saurem oder schwefelsaurem Ammoniak, hauptsächlich in England und Frankreich, bereitet.

Eisen- und Chromalaun erhält man durch Vermischen der schwefelsauren Oxyde dieser Metalle mit schwefelsaurem Alkali. B.

Alaunerde, 1) früher der allgemein übliche Name für Thonerde. 2) Alaun, Alaunerz, erdige Afterkohle, ein inniges Gemenge von Braunkohle, Thon und doppelt Schwefeleisen, aus welchem man Alaun, d. i. schwefelsaure Kali-Thonerde bereitet, der fertig nicht darin enthalten ist. Der Schwefel des Schwefeleisens wird durch's Rösten in Schwefelsäure verwandelt, der Thon giebt die Thonerde dazu her, das Kali muss aber durch Zusatz eines Kalisalzes hineingebracht werden. Alaunerde findet sich in den jüngsten, obersten Schichten der Erde zu Freienwalde, Zielenzig, Muskau im Brandenburgischen; an mehreren Orten in Böhmen, Ungarn, Frankreich u. s. w. Sie ist erdig, grauschwarz oder schwarzbraun, im Grossen schiefrig. B.

Alaunfels s. Alaunstein.

Alaunschiefer, ein kohle- und eisenkieshaltiger Thonschiefer, schwarz, dünn-schiefrig, wird wie Alaunerde auf Alaun benutzt. Er findet sich bei Duttweiler in Rheinpreussen, Lauterthal am Harz, Reichenbach und Ebersdorf im Voigtland, Andrarum in Schweden u. s. w., ist aber kein häufig vorkommendes Gestein. Wo es längere Zeit der Luft ausgesetzt ist, erzeugen sich Ausblühungen, ein mehrtartiger Beschlag von Alaun darauf. B.

Alaunstein, Alunit, Alaunspath, krystallisirt in Rhomboëdern, deren Endkanten $87^{\circ} 8'$. Die Krystalle sind meist klein, zu Drusen gruppirt, wasserhell, weiss, röthlich, braun, und häufig mit Eisenoxydhydrat überzogen. Spec. Gew. 2,6—2,7. Besteht aus basisch schwefelsaurer Kali-Thonerde mit Thonerdehydrat, nach L. Gmelin aus 42,2 Thonerde, 33,1 Schwefelsäure, 9,9 Kali, 14,8 Wasser.

Der Alaunstein kommt in den Drusenräumen des Alaunfels vor,

einer im Ganzen seltenen Steinart, die aus der Zersetzung trachytischer Gesteine durch schweflige Dämpfe in vulkanischen Gegenden entstanden ist, und namentlich zu Tolfa bei Civita Vecchia, Montione in Toskana, zu Bereghszaz in Ungarn, Puy de Sancy in der Auvergne und auf den Inseln Milo und Argentiera gefunden wird. Der Alaunfels ist weiss, ins Gelbe, Röhliche, Braune ziehend, dicht oder krystallinisch körnig. Der von Tolfa besteht nach Klaproth aus: 19 pCt. Thonerde, 4 Kali, 16,5 Schwefelsäure, 3 Wasser, 5,6 Kieselsäure. Nach Vauquelin 43,9 Thonerde, 3,1 Kali, 25 Schwefelsäure, 4 Wasser, 4 Kieselsäure.

Der Alaunfels, so wie der darin vorkommende Alaunstein werden auf Alaun benutzt, indem man sie röstet, und dann mit Wasser auslaugt. Man muss annehmen, dass durch die Hitze das basische Thonerdesalz in Thonerde und neutrales Salz zerlegt wird, denn ohne vorangehende Röstung zieht Wasser keinen Alaun aus.

Zu Tolfa im Kirchenstaat wird der Alaunfels durch Tagebau gewonnen, und der durch seine Reinheit ausgezeichnete römische Alaun daraus erhalten. Einige meinen, dass der Name Alaun von Rocca einen Alaun bezeichne, der aus Felsen (Rocca, italienisch) bereitet sei, daher auch Alumen rupeum, Alun de Roche; es ist aber viel wahrscheinlicher, dass dieser vor Zeiten so berühmte Alaun nach der syrischen Stadt Rocca, dem jetzigen Edessa, benannt ist, dessen Alaunwerke einst so grossen Ruf hatten. Man glaubt selbst, dass Giovanni de Castro, welcher 1458 die Werke von Tolfa anlegte, seine Kunst dort gelernt habe. B.

Albin s. Apophyllit.

Albit, Tetartin, Natronfeldspath. Ein dem Feldspath ähnliches Mineral, mit dem es früher als einerlei angesehen wurde. Albit aber krystallisirt eingliedrig, in einer Säule von $122^{\circ} 15'$, deren Endfläche gegen die scharfen Seitenkanten unter $93^{\circ} 36'$ und $86^{\circ} 24'$ nach links geneigt ist. Die Farbe ist vorherrschend weiss, daher auch Albit, (von albus: weiss), seltener fleischroth. Die krystallinischen Massen sind häufig gebogen strahlig. Die Krystalle oft zu Zwillingen verwachsen. Spec. Gew. 2,61—2,63. Härte die des Feldspaths. Ist

kieselsaure Natron-Thonerde: $\text{Al Si}^3 + \text{Na Si}$. — Ist ein Gemengtheil mancher Granite, z. B. in den Alpen, und ist in allen, die zahllosen Vulkane der Andeskette bildenden Gesteinen enthalten (s. jedoch Andesit). Schöne Krystalle finden sich zu Hirschberg in Schlesien, im Zillerthal in Tyrol, in Sibirien, Schweden u. s. w. Er wird, wie der Feldspath, zur Porzellanfabrikation verwendet.

Der Periklin, welcher bisher als eine besondere Species aufgeführt wurde, ist neueren Untersuchungen zufolge mit dem Albit zu vereinigen. Er zeigt in krystallographischer Beziehung einige Eigenthümlichkeiten, und hat ein höheres spec. Gew.: 2,63—2,64. (Pogg. Ann. XLII. p. 571.) B.

Alcarrazza, ein thönernes Gefäss ohne Glasur, am Feuer gehärtet (wie unsere gewöhnlichen Blumentöpfe). Es hat die Höhe von $1\frac{1}{2}$ Fuss und hat eine vasenähnliche Gestalt mit sehr engem Halse.

Die grösste Weite beträgt $\frac{1}{2}$ Fuss. Die Farbe ist gelblich-braun oder röthlich. Der Zweck dieses Gefässes ist, Flüssigkeiten, besonders Wasser, abzukühlen. Füllt man ein solches Gefäss mit Wasser, so dringt ein Theil der Flüssigkeit durch die Poren der Wandung und verdunstet an der äusseren Oberfläche. Die zur Verdunstung erforderliche Wärme wird zum Theil dem Wasser in dem Gefässe entzogen (s. Verdunstungskälte), wodurch die Temperatur desselben auf mehrere Grade erniedrigt wird. Die Spanier bedienen sich vorzugsweise dieser Gefässe und haben sie mit dem Namen zugleich von den Mauren angenommen. Der arabische Ausdruck soll nach Covarravias span. Wörterb. Carraserum sein und gekniffenes Gefäss bedeuten. Die besten werden zu Andujar in Andalusien angefertigt, aus einer Thonerde, die sich am Janusoro-Strom vorfindet. Sie sollen nach Sallior eine Abkühlung von 15° bewirken. Fabroni (Gilb. Ann. III. S. 231.) fand sie bei ruhiger Luft gegen Kupfergefässe auf 4° R. abgekühlt. In Aegypten sind sie seit den ältesten Zeiten bekannt. Auf den Monumenten finden sie sich fast in derselben Gestalt dargestellt, die sie noch jetzt haben. Zuweilen ist ein Mann neben ihnen abgebildet, der sie mit einem Palmblatt anwedelt. Diess Mittel, die Verdunstung zu befördern, wenden noch jetzt die Araber häufig an. Wie bedeutend in jenen heissen Gegenden die auf diese Weise erhaltene Erfrischung ist, lässt sich aus dem Versuch abnehmen, den ein Reisender (Cortaz) angestellt hat. Das Thermometer im Schattten zeigte 35° R. Bei Sonnenuntergang hatte das Nilwasser $22\frac{1}{4}^{\circ}$ R., behielt auch diese Temperatur bis zum Morgen. Ein auf dem Verdeck eines Nilboots aufgestelltes Gefäss der Art hatte, während die Hälfte des darin enthaltenen Wassers verdunstet war, den Rückstand bis auf 13° R. abgekühlt. Die in Portugal üblichen Gefässe dieser Art (bilka genannt) sind von sehr gereinigtem Thon, rother Farbe, feiner, glatter Oberfläche. Die Gestalt derselben ähnelt den Theekannen. Sie haben auf einer Seite eine trichterförmige Oeffnung zum Einfüllen des Wassers, auf der anderen eine feine Tille zum Ausgiessen und sind übrigens ganz verschlossen.



Alchemie, aus dem arabischen Artikel al und dem Griechischen *χημεία*, war der Name, mit welchem die Araber die Chemie belegten, welche sie bei den alexandrinischen Griechen vorfanden, wo sie die Kunst, Gold zu machen, bedeutete. Beide Wörter bezeichneten also ursprünglich dasselbe, doch wurde der Ausdruck Alchemie der üblichere, und blieb es bis Ende des 17. Jahrhunderts, wo man anfang, auch aus anderen Gründen, als um Gold zu machen, die chemischen Erscheinungen zu studiren. Man sah allmählig ein, wie vergeblich und trügerisch die alchemistischen Bemühungen schon seit einem Jahrtausend gewesen waren, und begann zu einem Lehrgebäude zusammenzustellen, was auf dem Wege des Zufalls entdeckt worden war. Diejenigen, welche diese Richtung einschlugen, nannten ihre Wissenschaft Chemie, sich selbst Chemiker, der Goldmacher-

kunst und ihren Beförderern die Namen Alchemie und Alchemisten lassend.

Bei den Alten findet sich nichts, was mit dem Bestreben der Alchemisten übereinkäme, obwohl diese späterhin sich vielfältig bemüht haben, ihrer Kunst ein hohes Alterthum zuzuschreiben. Alchemistische Schriften, die als Verfasser die Namen Hermes, Isis, Democrit, Plato u. s. w. trugen, verrathen durch ihre unklassische Sprache sich als mittelalterliche Machwerke. Die ältesten Schriften, die mit Bestimmtheit von der Goldmacherkunst handeln und auf uns gekommen sind, rühren von Geber, einem arabischen Arzte aus Mesopotamien im 8. Jahrhundert her, dessen eigentlicher Name Abou Moussah Dschafar al Soli war. Wir ersehen daraus, dass die Grundidee der Alchemie die durch nichts unterstützte Hypothese war, dass die Metalle zusammengesetzte oder vielmehr in ihrer Substanz unwandelbare Stoffe seyen, was als unbestritten angenommen wurde. Geber selbst sagt: „Vorzugeben, einen Körper aus einem anderen auszuziehen, der ihn nicht enthält, ist Thorheit. Da aber alle Metalle aus Merkur und Schwefel, mehr oder minder rein, gebildet sind, so kann man diesen das hinzufügen, was ihnen fehlt, oder das von ihnen fortnehmen, was im Ueberschusse vorhanden ist. Um dahin zu gelangen wendet die Kunst solche Mittel an, welche für die verschiedenen Körper geeignet sind. Folgende hat die Erfahrung uns kennen gelehrt: die Calcination, die Sublimation, die Decantation, die Auflösung, die Destillation, die Gerinnung, die Fixation und die Zeugung. Die wirkenden Mittel sind die Salze, die Alaune, die Vitriole, das Glas, der Borax, der stärkste Essig und das Feuer.“ (Philosophie der Chemie von Dumas, gesammelt von Bineau, übersetzt von Rammelsberg. p. 13.)

Geber giebt übrigens an, seine Ansichten aus den Schriften der Alten geschöpft zu haben. Die zu seiner Zeit bekannten Metalle waren Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Zinn und Blei, die von ihm und den Alchemisten in derselben Folge mit Sol ☉, Luna ☾, Venus ♀, Mars ♂, Jupiter ♃ und Saturn ♄ benannt und bezeichnet werden. Im Gold und Silber sind der Merkur und Schwefel rein, aber in verschiedenem Verhältniss und in verschiedenem Zustand; in den anderen Metallen sind sie noch mit erdigen Theilen vermischt. Aendert man die Verhältnisse des Merkurs und Schwefels, und versetzt ihren Zustand in den, welchen sie im Gold und Silber haben, so werden die unvollkommenen, unedlen Metalle in edle, vollkommene umgewandelt. Es giebt eine Substanz, welche diese Umwandlung bewirkt, sie heisst Stein der Weisen, lapis philosophorum, das grosse Elixir, das Magisterium. Geber giebt absichtlich eine mangelhafte Beschreibung von der Darstellung dieses wichtigen Präparats, damit nicht, wie er sagt, die Thoren aus seinen Schriften das Heil erndten, welches den Scharfsinnigen beim Studium seiner Werke zu Theil werden würde.

Die Schriften Geber's zeichnen sich durch Klarheit von denen der meisten übrigen Alchemisten aus, die in ein mysteriöses Dunkel ihre Unwissenheit und ihren Aberglauben hüllten, und mit einer Weisheit prunkten, an die sie zuletzt selber glaubten, weil die Menge, ihren hochtrabenden Worten glaubend, ihre Gelehrsamkeit übertrieben bewunderte. Daher denn Mancher sich rühmte, den Stein der

Weisen gefunden zu haben; Paracelsus giebt sogar an, er kenne mehrere Methoden, ihn darzustellen, der allgemein als ein rothes Pulver von eigenthümlichem Geruch beschrieben wird. Ausser seiner metallveredelnden Kraft soll es, in aufgelöster Form eingenommen, alle Krankheiten heilen, das Leben verlängern und die Alternden jugendlich machen. Die Meister, welche das beneidenswerthe Ziel, den Stein der Weisen bereiten zu können, erreicht hatten, hiessen Adepten, die noch darnach Suchenden Alchemisten, und die Anfänger in der Kunst Philosophen.

Die Alchemie hat unter allen Ständen die eifrigsten Anhänger gehabt. Ausser denen aber, welche sich mit allem Ernst und in Aufrichtigkeit dieser Kunst ergaben, bildete sich auch eine zahlreiche Klasse umherziehender Abenteurer, welche den allgemeinen Glauben zu betrügerischen Zwecken benutzten. Um Proben ihrer Kunst abzulegen, kitteten sie auf den Boden eines Tiegels Gold- oder Silberoxyd fest ohne dass es sichtbar war, und füllten den Tiegel mit dem unedlen Metall, aus welchem sie vorgaben, das nach dem Schmelzen am Boden befindliche Gold geschieden zu haben. Häufig wurde ein Pulver verkauft, das durch Schmelzen von Glaubersalz mit Kohle, wobei Schwefelnatrium entsteht, und Einschnitten von Gold in die geschmolzene Masse bereitet war. Das Gold löst sich in Schwefelnatrium auf, nach dem Erkalten wurde das Ganze gepulvert. Wurde dieses Pulver wieder in Fluss gebracht und Silber zugesetzt, so wurde das Gold durch Silber gefällt. Bei verstärkter Hitze schmolz das Gold zu einem Regulus, den man für umgewandeltes Silber erklärte. Auch durch Auflösung dieses Pulvers in Wasser, aus welcher gleichfalls Gold durch Silber gefällt und dieses vergoldet wird, machte man Anwendung von demselben. Quecksilber liess sich leicht in Gold verwandeln, man brachte zuvor auf eine nicht auffallende Weise Gold oder Goldoxyd in dasselbe, und verflüchtigte das Quecksilber durch Hitze, worauf Gold zurückblieb. Durch diese und andere Kunstgriffe suchten Betrüger sich Zutrauen zu verschaffen, und wenn sie sich in dem Besitz ansehnlicher Summen sahen, die ihnen als Belohnung für ein vermeintlich wunderwirkendes Recept oder zur Ausführung ihres angeblich kostspieligen Laborirens gegeben waren, so machten sie sich heimlich davon, fielen aber auch nicht selten der gerechten Strafe anheim. Wenn man die vielen Geschichten hierüber liest, so ist man in der That gleich erstaunt über die Dreistigkeit der Betrüger und die Leichtgläubigkeit und Goldgier der Betroffenen, die sie blind machte gegen die oft so groben Täuschungen der umherziehenden Alchemisten.

Der letzte aus dieser Richtung war wohl der Engländer Price, welcher 1783 ein rothes und ein weisses Pulver verfertigte, womit man Quecksilber beliebig in Gold oder Silber umwandeln könne. Die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu London, deren Mitglied er war, forderte ihn wiederholentlich auf, vor ihr zu experimentiren; er aber nahm, nach mehreren Ausflüchten ernstlich gedrängt, Gift, sicherlich, um nicht des Betrugs überführt zu werden.

Gegenwärtig, wo man die Metalle als chemisch einfache Körper ansieht, muss es für etwas Unmögliches gehalten werden, aus andern als goldhaltigen Stoffen Gold zu gewinnen. Sollte sich indess

einmal zeigen, dass auch die Metalle zerlegbar seyen, so ist gewiss, dass der dazu führende Weg ein ganz anderer ist, als den die Alchemisten einschlugen, und dass sie nie aus unedlen Metallen Gold erhalten haben, wie gewiss diess auch zuweilen in dem wundergläubigen Mittelalter behauptet wird. Vergl. Chemie. B.

Aldehyd. Döbereiner bemerkte zuerst, dass bei der Destillation eines Gemisches von Alkohol, Schwefelsäure und Braunstein sich eine eigenthümliche Flüssigkeit erzeuge, welche sich, mit Kali in Berührung, braun färbte, und die er schweren Sauerstoffäther nannte. (Schweigg. neues Journ. Bd. II. p. 269.; IV. 124.; VIII. 327.; Gay-Lussac Ann. d. Chim. et de Phys. XVIII. 103.) Liebig untersuchte die Verbindung näher und fand nicht nur gute Darstellungsweisen auf, sondern lehrte auch ihre Zusammensetzung und ihre Verbindungen kennen. (Pogg. Ann. XXIV. 245. XXVII. 605. XXXVI. 275. Ann. der Pharm. XXII. 273. Döbereiner in Pogg. Ann. XXIV. 603.) Der Aldehyd bildet sich bei der Zerlegung des Alkohols oder des Aethers durch die Hitze, indem beide durch eine glühende Röhre geleitet werden und dabei in Aldehyd, Wasser und Kohlenwasserstoffgase zerfallen; bei der Destillation mit Chromsäure, Schwefelsäure und Braunstein; bei der Darstellung des Chromalauns nach Fischer's Methode; bei der Einwirkung von Chlor, Brom, Platinmohr auf Alkohol u. s. f. Am reinsten und leichtesten stellt man ihn dar aus seiner Verbindung mit Ammoniak (s. Aldehydammoniak), von der man 2 Th. in 2 Th. Wasser auflöst, und 3 Th. Schwefelsäure, welche mit 4 Th. Wasser verdünnt sind, hinzusetzt und im Wasserbade destillirt. In einer durch Eis abgekühlten Vorlage condensirt sich die neue Flüssigkeit, welche über Chlorcalcium noch einmal bei 25—30° destillirt wird. Es stellt der Aldehyd sodann eine farblose, leicht bewegliche, sehr flüchtige Flüssigkeit dar, von erstickendem Geruch, welcher in grösserer Menge Brustkrampf zur Folge hat; spec. Gew. bei + 18° = 0,790; kocht bei 21,8° C. Er mischt sich mit Wasser, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen und lässt sich vom ersteren sehr leicht durch Chlorcalcium abscheiden. Er ist leicht entzündlich, mit bleicher Flamme brennend. Seine Zusammensetzung, von Liebig bestimmt, ist: $C_4H_6O_2$, oder 55,03 C; 8,98 H; 35,99 O; er hat also die Zusammensetzung des Alkohols $C_4H_{10}O_2$, dem 4H entzogen worden sind, woher sein Name Alkohol dehydrogenatus.

Seine Entstehung ist daraus sehr leicht zu erklären, dass ein Theil des Wasserstoffs im Alkohol oxydirt wird, der andere Theil aber, mit grösserer Beständigkeit gebunden, in der Verbindung zurückbleibt. — Der Aldehyd hat grosse Neigung, sich zu oxydiren, und sich dabei in Essigsäure umzuwandeln ($C_4H_6O_2 + H_2O$), indem er 2O aufnimmt; diess geschieht z. B. bei der Behandlung mit Chlorwasser, mit verdünnter Salpetersäure, und auch bei der Berührung mit atmosphärischer Luft. Brom und Chlor für sich erzeugen damit die entsprechenden Wasserstoffsäuren, und ölige Körper, welche Chlor und Brom enthalten. Mit Silberoxyd in Berührung, wird der Aldehyd nicht zu Essigsäure, sondern zu einer niedrigeren Oxydationsstufe $C_4H_6O_3$, Aldehydsäure (s. d.) oxydirt, welche sich mit der Hälfte

des Silberoxydes verbindet, indem die andere Hälfte metallisch ausgeschieden wird. Gasentwicklung findet dabei nicht statt. Dieses ist ein hauptsächliches Kennzeichen für die Gegenwart des Aldehyds. Ein anderes ist das eigenthümliche, schon von Döbereiner beobachtete Verhalten gegen verdünntes kaustisches Kali, wodurch der Aldehyd in das braune sog. Aldehydharz (s. d.) umgewandelt wird.

Bei niedriger Temperatur scheidet sich nach sehr langer Zeit der Aldehyd in zwei, von Fehling genauer untersuchte Körper, welche mit dem Aldehyd gleich zusammengesetzt sind (Ann. der Pharm. XXVIII. 319.), und welche Liebig Metaldehyd und Elaldehyd genannt hat. — Mit Ammoniak und Kali geht der Aldehyd Verbindungen ein, durch glühendes Kalihydrat wird er aber unter Entwicklung von Wasserstoff in Essigsäure umgewandelt (Dumas). Einige Chemiker sehen das Acetal als eine Verbindung von Aldehyd mit Essigsäure an.

M.

Aldehydäther wird zuweilen das Acetal genannt. (s. d.) M.

Aldehydammoniak. Döbereiner bemerkte zuerst, dass der rohe Aldehyd, mit Ammoniak zusammengebracht, kampherartige Krystalle erzeugte, deren Zusammensetzung Liebig untersuchte. Man erhält die Verbindung unmittelbar, wenn man Ammoniak und Aldehyd, beide in trockenem Zustande zusammenbringt. Am besten bekommt man sie, indem man 2 Th. Alkohol von 80 pCt., 2 Th. Wasser, 3 Th. Schwefelsäure und 3 Th. Braunstein so lange destillirt, bis die übergehende Flüssigkeit anfängt sauer zu reagiren; diese wird über Chlorcalcium im Wasserbade mehrmals destillirt, in wasserfreiem Aether aufgelöst, und diese Mischung mit trockenem Ammoniakgas gesättigt. Es fallen bald eine Menge von Krystallen nieder, welche die neue Verbindung darstellen. Sie werden mehrmals mit Aether abgewaschen und an der Luft getrocknet. Sie bilden spitze Rhomboëder, die durchsichtig, sehr glänzend und farblos sind; terpentinähnlich riechen, bei 70° C. schmelzen, sich bei 100° unverändert verflüchtigen, und sich leicht entzünden. Säuren zersetzen sie unter Aldehydentwicklung (Darstellung des reinen Aldehyds). In Wasser und Alkohol leicht, in Aether fast gar nicht auflöslich, sind sie auch im Acetal leicht löslich, aus dem sie in besonders schönen Krystallen anschieszen. An der Luft und im Sonnenlichte zerlegen sie sich. Silberoxyd wird durch die Verbindung in der Wärme reducirt, indem sich aldehydsaures Silberoxyd bildet. Concentrirte Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd und Aldehydammoniak geben einen käsigen, durch Waschen mit Alkohol rein zu erhaltenden Niederschlag, welcher aus 4 At. Aldehyd, 4 At. Ammoniak, 1 At. Salpetersäure und 2 At. Silberoxyd besteht. Die Ammoniakverbindung des Aldehyds besteht aus $C_4H_4N_2O_2$ oder aus 1 At. Aldehyd und 2 At. Ammoniak oder 39,70 C, 11,34 H, 22,99 N, 25,97 O.

M.

Aldehyden wird namentlich von den französischen Chemikern das Acetyl C_2H_3 genannt. s. diesen Art.

M.

Aldehydenoxyhydrat. Der Aldehyd kann betrachtet werden als das Hydrat der ersten Oxydationsstufe des Aldehydens.
 $C_4H_5O_2 = C_4H_4O, H_2O$. M.

Aldehydenverbindungen. Diese sind unter den Acetylverbindungen aufgeführt worden. M.

Aldehydharz. Das Aldehydharz ist eine, schon von manchen Chemikern bemerkte, aber nicht vollständig untersuchte Substanz, welche sich bei der Einwirkung des Kali's auf Aldehyd bildet. Auch die Auflösung von Kali in Alkohol erzeugt an der Luft diesen Körper. Man kennt bis jetzt nicht hinreichend seine Eigenschaften und Zusammensetzung. Gepulvert und an der Luft erhitzt, stösst er einen unangenehmen seifenartigen Geruch aus. M.

Aldehydsäure, acetylige Säure. Die zweite Oxydationsstufe des Acetyls oder des Aldehydens, $C_4H_5O_2 + Ag$, bildet sich bei der Reduction des Aldehyds durch Silberoxyd, aber namentlich bei der unvollständigen Oxydation des Alkohols und des Aethers in der Wärme. Davy bemerkte sie schon bei der Verbrennung des Alkohols in seiner Lampe ohne Flamme, deren Produkte besonders von Daniell, Connel, Martens und Stas untersucht wurden. (*Journ. f. prakt. Chem.* Bd. XII. p. 321. *ibid.* XVIII. 372.) Ich bemerkte die Bildung derselben bei dem Leidenfrost'schen Versuch mit Aether und Alkohol. (*ibid.* Bd. XIX. p. 57.) Die saure sich dabei bildende Flüssigkeit hat den Namen Lampensäure erhalten. Sie ist ein Gemenge von Essigsäure, Ameisensäure und acetyliger Säure. (Vergl. Stas a. a. O. XVIII. p. 376.) Die Salze der reinen Aldehydsäure sind noch nicht untersucht, wie die reine Säure selbst auch fast ganz unbekannt ist. M.

Alembrothsalz, ein Doppelsalz von Quecksilberchlorid und Ammoniumchlorid (Salmiak). B.

Algarothpulver, pulvis algarothi, Lebensmerkur, ist basisches Antimonchlorid, und wird erhalten durch Mischung von Antimonchlorid mit Wasser. Es bildet einen weissen, dicken Niederschlag, der nach einiger Zeit, zumal wenn er in der Flüssigkeit erwärmt wird, in ein krystallinisches Pulver übergeht. Ist auflöslich in Salzsäure. Beim Erhitzen des Pulvers entweicht Antimonchlorid und Antimonoxyd bleibt zurück; kocht man es mit kohlen-saurem Alkali, so verliert es sein Chlor und verwandelt sich in Antimonoxyd, deshalb benutzt man auch das Alg. zur Darstellung des reinen Antimonoxyds. B.

Alhidade, ein bewegliches Lineal, das bei Winkelinstrumenten immer die Lage eines zum eingetheilten Kreise gehörigen Radius einnimmt und durch seinen Abstand von einem festgelegten Radius die gemessenen Winkelgrössen bestimmt. Für genauere Messungen ist es mit Dioptern versehen, die sich dann auch an dem festen Radius befinden. A.

Aliquottöne s. Beißöne.

Alismin. Aus der *Alisma Plantago* hat Juch eine scharfe, bittere Substanz ausgezogen, welche basische Eigenschaften besitzen soll, aber nicht näher untersucht worden ist. M.

Alixiacampher. Auf der Rinde der *Alixia aromatica* an der inneren Seite befindet sich ein weisser, haarförmig krystallisirter Ueberzug, den Esenbeck früher für Benzoësäure gehalten, später aber für eine eigenthümliche Verbindung erkannte, welcher er den obigen Namen ertheilte. Sie ist in kaltem Wasser nicht, wohl aber in heissem löslich, ebenso in Alkohol, Aether, Essigsäure, Terpenthinöl. Bei 70° sublimirt sie ohne vorhergegangene Schmelzung unverändert. Sowohl sie selbst, als auch ihr Dampf, selbst wenn sie durch Hitze zersetzt wird, reagirt neutral. Ihre Zusammensetzung ist nicht bekannt. Vgl. Esenbeck in Brandes Arch. IV. XXVIII. p. 1. M.

Alizarin (Alizzarin). In der Krappwurzel befinden sich eine Anzahl von Farbstoffen, welche ungemein schwierig zu trennen sind. Robiquet und Colin haben unter diesen einen rothen Stoff entdeckt, welchen sie für den Hauptbestandtheil des Farbstoffs der Wurzel halten, und ihn aus diesem Grunde, nach dem levantischen Namen der Krappwurzel, *Alizari* benannt. (Erdm. Journ. f. techn. Ch. Bd. I. p. 96.) Es sind über diesen Stoff eine ungemein grosse Menge von Untersuchungen angestellt worden, von denen aber namentlich die von Runge ergeben haben, dass das Alizarin wahrscheinlich ein Gemisch von verschiedenen Farbstoffen und vielleicht einem Harze ist. (Vergl. Krapproth). Die beste Darstellung des Alizarins ist folgende: die fein gemahlene Krappwurzel wird mehrere Wochen lang mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis dieses nichts mehr von einem gelben Farbstoffe auszieht. Die getrocknete Wurzel wird sodann mit kochendem Alkohol erschöpft, die vermischten Lösungen werden durch Destillation concentrirt, mit Schwefelsäure, und sodann mit Wasser vermischt. Das Alizarin wird dadurch im unreinen Zustande niedergeschlagen. Aether zieht es ziemlich rein daraus aus, und hinterlässt es im krystallinischen Zustande. Durch Sublimation kann man es auch rein erhalten. (Köchlin, Kühnmann a. a. O. Bd. III. 150. 169. Jobst in Schweigg. LXIX. p. 203. Gaultier und Persoz Ann. der Pharm. II. p. 30.) Es ist geruch- und geschmacklos, vollkommen neutral, schwierig, aber sehr schön sublimirbar; es ist dunkelroth, wird durch schnelle Sublimation schmutzig-orange. Wasser löst wenig mit rosenrother Farbe auf, auch in Alkohol und Aether ist es schwer löslich. Chlor hat nur eine schwache Einwirkung auf dasselbe, Jod gar keine. Schwefelsäure löst es mit blutrother Farbe auf; Wasser schlägt es wieder nieder daraus; Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure lösen es mit röthlichgelber Farbe. Verdünnte Säuren sind ohne Einwirkung. Alkalien lösen es mit violetter Farbe. Ebenso die kohlen-sauren Alkalien. Das Ammoniak entweicht wieder, wenn die Lösung abgedampft wird. Mit den Erden und Metalloxyden geht es unlösliche Verbindungen ein. Robiquet fand es zusammengesetzt aus: 71,06 C, 3,74 H, 25,20 O und keinen Stickstoff darin. M.

Alkahest (alcali est?) bezeichnete bei den Alchemisten aus der Schule des Paracelsus ein Auflösungsmittel für alle Körper, das indess nur in ihrer Phantasie existirte, obschon Mancher vorgab, ein solches in Wirklichkeit zu besitzen. B.

Alkali, aus dem arabischen Artikel al und Kali Salz aus der Asche gewisser kalihaltiger Pflanzen gebildet, bezeichnet gegenwärtig jede in Wasser oder Weingeist lösliche Basis. Es giebt solche, die nach Art unorganischer, und andere, die nach der Weise organischer Körper zusammengesetzt sind, diese nennt man auch wohl Alkaloïde. Zu den unorganischen oder eigentlichen Alkalien rechnet man das Kali, Natron, Lithion und Ammoniak. Die drei ersten sind Oxyde der Metalle Kalium, Natrium, Lithium; Ammoniak dagegen ist aus Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt, verhält sich aber den übrigen genannter so vollkommen ähnlich, dass man es nicht, ohne das Studium der Chemie zu erschweren, davon trennen kann. Es giebt noch einige in Wasser lösliche Basen, Baryt-, Strontian-, Kalk- und Talkerde. Diese sind aber schwer löslich im Vergleich zu den Alkalien, und ihre kohlen-sauren Salze völlig unlöslich in Wasser, was bei den eigentlichen Alkalien ebenfalls nicht der Fall ist. Man hat diese daher zu einer besonderen Gruppe der alkalischen Erden zusammengefasst.

Die Alkalien färben von Säuren geröthetes Lackmuspapier blau, Curcumapapier braun, und die Farbstoffe mancher Blumen, z. B. der Rosen, Veilchen, grün. Sie haben verdünnt einen laugenartigen Geschmack, concentrirt wirken sie ätzend und brennend, daher man sie auch ätzende, kaustische (*καυστικός* von *καίω* ich brenne) Alkalien nennt, und ihnen die milden Alkalien entgegenstellt, worunter man ihre Verbindung mit Kohlensäure yersteht. Weil man ehemals das Kali hauptsächlich aus den Pflanzen bereitete, so nannte man es vegetabilisches Alkali, das Natron mineralisches Alkali, weil es im Kochsalz oder Chlornatrium (nach der älteren Ansicht salzsaures Natron) enthalten ist; beide heissen fixe Alkalien, das Ammoniak flüchtiges Alkali. B.

Alkaloïde sind die organischen Basen genannt worden, da sie in ihren Eigenschaften viele Uebereinstimmungen mit den Oxyden der Metalle und den Alkalien der anorganischen Natur zeigen. Vergl. Basen. M.

Alkannaroth. Die Wurzel von *Anchusa tinctoria* heisst Alkanna; sie enthält einen harzähnlichen, in Wasser unlöslichen Farbstoff, der von Juch zuerst dargestellt, später von Pelletier untersucht und für eine Säure, Anchusasäure, erklärt worden ist. s. diesen Art. M.

Alkargen, syn. mit Kakodylsäure.

Alkarsin, syn. mit Kakodyloxyd.

Alkermes s. Kermes.

Alkalimeter, ein von Descroizilles angegebenes Instrument zur Bestimmung des Alkaligehalts in einer käuflichen Pottasche oder Soda, worin kohlen-saures Kali oder Natron noch mehr oder weniger durch andere Salze verunreinigt sind. — Das Instrument besteht aus einem 8—9 Zoll hohen Glas-cylinder, dessen innerer Durchmesser 7—8 Linien beträgt. Es ist in 100 gleiche Theile oder Grade getheilt, die Scale zählt von oben nach unten. Der Cylinder steht auf einem Fuss, und hat am oberen Rande einen Ausguss. — Man weiss, dass 100 Th. reines, wasserfreies Kali durch 104 Th. concentrirte Schwefelsäure neutralisirt werden. Man wiegt deshalb 104 Gran concentrirte Schwefelsäure ab, und verdünnt sie mit so viel Wasser, dass der Glas-cylinder bis zu 0° damit gefüllt ist, wobei man darauf sieht, dass das zugesetzte Wasser mindestens das achtfache Gewicht der Schwefelsäure ausmacht. Es ist nun ersichtlich, dass 1 Grad dieser Probesäure 1 Gran wasserfreies Kali neutralisiren wird. Man löst daher 100 Gran der zu untersuchenden Pottasche in Wasser, und setzt vorsichtig so lange Probesäure hinzu, als noch ein Aufbrausen bemerkbar ist. Die Zahl der verbrauchten Raumtheile (Grade) Probesäure giebt zugleich die in 100 Th. Pottasche enthaltene Kalimenge an. Reines kohlen-saures Kali enthält 68.09 Proc. Kali, je mehr sich also der Kaligehalt einer Pottaschensorte dieser Zahl nähert, desto reiner ist sie.

Bei der Prüfung der Soda, kohlen-saurem Natron, verfährt man ebenso, nur muss die Probesäure statt 104 Gran, 157 Gr. concentrirte Schwefelsäure enthalten. In der künstlichen Soda ist gewöhnlich schweflig-saures, unterschweflig-saures Natron und Schwefelnatrium enthalten. Setzt man daher zu einer Auflösung der künstlichen Soda Schwefelsäure, so wird nicht allein das an Kohlen-säure gebundene Natron, dessen Menge man allein wissen will, sondern auch das mit den erwähnten Säuren verbundene, so wie das Natron, welches aus dem Schwefelnatrium durch Wasserzersetzung sich erzeugt, mit der Schwefelsäure eine Verbindung eingehen. Man würde also die Soda für besser halten, als sie ist. In diesem Fall rathen Gay-Lussac und Welter, die Probe mit etwas chlorsaurem Kali zu glühen, wodurch die genannten Verbindungen in schwefelsaures Natron verwandelt werden, und nun, wie angegeben, zu verfahren. 100 Th. wasserfreies kohlen-saures Natron enthalten 58,57 pCt. Natron.

Wie Pottasche und Soda kann auch gewöhnliche Asche untersucht werden, wenn man sie mit heissem Wasser auslaugt.

Sollte Pottasche Natron enthalten, was bei nordamerikanischen Sorten vorgekommen ist, so kann man die Angaben des Alkalimeters nicht gebrauchen, desgleichen nicht, wenn Soda Kali enthalten sollte. In diesen Fällen kann nur eine Analyse den erwünschten Aufschluss geben.

Gay-Lussac hat dem Alkalim. einen hohen Grad von Genauigkeit gegeben, allein das dabei anzuwendende Verfahren ist so complicirt, dass es wohl nicht das oben beschriebene verdrängen wird. (Annales de Chim. et de Phys. XXXIX. 337.) B.

Alkalische Erden heissen die Oxyde von Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, oder die Baryt-, Strontian-, Kalk- und

Talkerde. Sie sind, wie die eigentlichen Alkalien, in Wasser löslich, obwohl nicht leicht, aber ihre Verbindungen mit Kohlensäure sind unlöslich darin, was sie mit den eigentlichen Erden und Metalloxyden gemein haben. Sie sind starke Basen. B.

Alkalität, Kraft eines Stoffes, als Alkali zu reagiren. (Gilb. Ann. IX. S. 312.) A.

Alkaloïde s. Basen, organische.

Alkohol, absoluter Weingeist. Im wasserfreien Zustande bietet der Alkohol eine farblose, leicht flüssige, brennend schmeckende, leicht entzündliche Flüssigkeit dar, von 0,7947 spec. Gew. bei 15°. Er siedet bei 78,41° bei 760^{mm}. Bei — 68° erstarrt er noch nicht, kann daher zu Thermometern angewendet werden, welche sehr niedrige Temperaturen anzeigen sollen; jedoch eignet er sich seiner unregelmässigen Ausdehnung wegen sonst schlecht dazu. (Vergl. Art. Thermometer). Die Zusammensetzung und das spec. Gew. des Dampfes sind:

4 C	305,75	=	52,66	$\frac{1}{2}$ Vol. Aetherdampf	=	1,29044
12 H	74,87	=	12,90	$\frac{1}{2}$ Vol. Wasserdampf	=	0,31005
2 O	200,00	=	34,44	1 Vol. Alkoholdampf	=	1,60049
	580,62	=	100,00			

Aus der procentischen Zusammensetzung, wie aus dem spec. Gewichte des Dampfes, kann man den Schluss ableiten, als sey der Alkohol das Hydrat des Aethers $C_4H_{10}O + H_2O$, was auch von einigen Chemikern in der That angenommen wird. — Der Alkohol entsteht immer durch die Zersetzung des Zuckers (Traubenzuckers) vermittelst eines Fermentes, Hefe u. s. w., welche man Gährung nennt. Dabei bildet er sich jedoch nicht im reinen Zustande, sondern vermischt mit Wasser und anderen Verbindungen, welche aus den fremden Bestandtheilen, die im Zucker enthalten waren, herrühren, also namentlich Fuselöl, Essigsäure, Farbstoffe u. a. m. In solchem vermischten Zustande befindet er sich im Wein, Bier und Branntwein (s. d. Art.), mit Vortheil kann er nur aus dem Branntwein (sog. Spiritus) dargestellt werden (s. Branntweinbrennerei). Um ihn rein daraus zu erhalten, muss man diesem das Wasser, die Essigsäure und das Fuselöl entziehen. Durch blosse Destillation lässt sich der Alkohol nicht von dem Wasser trennen, obwohl er viel flüchtiger als dieses ist. Er nimmt immer von dem Wasserdampf eine bedeutende Quantität mit sich fort, so dass die erste Portion von der Destillation des Branntweins nur 75—80 pCt. und die bald darauf folgende nur 60—70 pCt. Alkohol enthält. Diese Flüssigkeit stellt den Spiritus vini rectificatus dar. Wird diese noch einmal destillirt, so hat das zuerst übergehende Produkt 85—90 pCt. Alkohol, und bildet den Spiritus vini rectificatissimus. Dieser kann durch Destillation höchstens noch auf 92 pCt. Alkohol gebracht werden. Will man ihn weiter entwässern, und absoluten d. h. wasserfreien Alkohol bereiten, so muss man einen Körper hinzusetzen, welcher grössere Verwandtschaft zu dem Wasser als der Alkohol hat. Vermischt man mit dem 90 procentigen Alkohol kohlen-saures Kali, Gyps, verwittertes Glaubersalz bei der gewöhnlichen Temperatur, so entziehen

sie ihm 4—5 pCt. Wasser, können ihn aber nicht völlig entwässern. Dazu benutzt man gebrannten Kalk und Chlorcalcium. Diese beiden verlieren ihre letzten Antheile Wasser, mit dem sie sich chemisch verbinden können (das letzte Atom) erst bei 400° ungefähr, halten es also vollständig bei der Temperatur zurück, bei welcher der Alkohol siedet. Man füllt daher eine Retorte zu $\frac{2}{3}$ ihres Inhaltes mit kleinen Stücken frisch gebrannten Kalkes, und giesst 90 procentigen Alkohol darauf, dass kaum der Kalk davon bedeckt wird. Dieser löscht sich auf Kosten des Wassers im Weingeist sehr bald, und bringt diesen fast zum Sieden. Nach mehrstündiger Digestion wird der Alkohol im Wasserbade abdestillirt. Wendet man Chlorcalcium an, so bringt man diess im frisch geschmolzenen Zustande mit seinem doppelten Gewicht von Weingeist in eine gut verschliessbare Flasche, destillirt nach einigen Tagen die syrupdicke Flüssigkeit aus einer Retorte, welche die gleiche Quantität Chlorcalcium enthält, so lange das spec. Gewicht des Alkohols bei 15° = 0,7947 ist. Meist muss diese Operation zweimal vorgenommen werden, um ihn ganz rein zu erhalten.

Die Verwandtschaft des Alkohols zu dem Wasser ist sehr gross; er entzieht dieses nicht nur einigen Salzen, z. B. dem krystallisirten schwefelsauren Kupferoxyd, sondern absorbiert es auch aus der Luft, thierischen und vegetabilischen Geweben. Darauf beruht der zusammenziehende Geschmack des reinen Alkohols und seine giftige Wirkung, wenn er in grösserer Menge genossen wird; die Aufbewahrung anatomischer Präparate (in nicht concentrirtem Alkohol, sondern höchstens von 60 pCt.) Sümmering fand, dass der Alkohol der thierischen Blase Wasser entzöge, und dadurch dieselbe so austrocknete, dass er sie nicht mehr benetzt. Er gründete darauf ein Verfahren, den Alkohol zu concentriren, indem er 50 procentigen Branntwein in eine gereinigte Ochsenblase goss, und diese gut zugebunden über den warmen Ofen hängte. Das Wasser dringt durch die Blase hindurch und verdampft auf der Oberfläche derselben, während der Alkohol sich auf 97 pCt. concentrirt. Von diesem geht jedoch eine bedeutende Menge verloren, indem sein Dampf durch die Poren des obern, unbenetzten Theils der Blase hindurch geht.

Wird der Alkohol entzündet, so oxydirt er sich vollständig bei hinreichendem Zutritt der atmosphärischen Luft. Es bildet sich Kohlensäure und Wasser. Ist der Luftstrom nicht stark genug, so setzt die Flamme Russ ab. Bei wenig Sauerstoffgas wird der Alkohol nur zum Theil oxydirt, und es bilden sich Essigsäure, Kohlensäure, Aldehydsäure und Wasser. Diess geschieht bei dem Glühen der Davy'schen Lampe, beim Leidenfrost'schen Versuch mit Alkohol, beim Hindurchleiten eines Gemenges von atmosphärischer Luft und Alkoholdampf durch eine glühende Röhre u. s. w. Beim vollständigen Verbrennen bedarf der Alkoholdampf 3 Vol. Sauerstoffgas, und giebt damit 2 Vol. Kohlensäure und Wasserdampf.

Wird beim Zutritt der Luft Platinschwarz mit Alkohol befeuchtet, so bildet sich Aldehyd, Acetal, Essigsäure und Essigäther; ein ähnlicher Prozess findet statt, wenn Alkohol der stärkern Oxydation ausgesetzt wird, wo er unter Wasserbildung sogleich in Essigsäure übergeht, ohne vorher Aldehyd zu bilden. Durch schwache Glühhitze für sich werden die Alkoholdämpfe unter Bildung von Aldehyd, öl-

bildendem und Grubengase und Wasser zerlegt; bei höherer Temperatur setzt sich Kohle ab.

Brom und Chlor wirken sehr kräftig auf den Alkohol ein; ist er völlig wasserfrei, so bildet sich Chloral und Bromal; mit 12 Th. Wasser verdünnt, erzeugen sich die Wasserstoffsäuren des Chlors und Broms, Aldehyd und Essigsäure; ist er mit 20 Th. Wasser verdünnt, so bildet sich schwerer Salzäther, ein Gemisch mehrerer schwer zu trennenden Produkte. Jod wirkt wenig energisch ein; sehr stark in Gemeinschaft mit Salpetersäure. Chlorkalk und Bromkalk erzeugen Chloroform und Bromoform; Jodoform entsteht dagegen nur aus Jod, Kali und Alkohol, wenn diese zugleich auf einander einwirken. Platinchlorid bildet Elaylverbindungen.

Concentrirte Chlorsäure, Bromsäure, Jodsäure wirken sehr stark auf den Alkohol ein; es bildet sich Essigsäure, Aldehyd und die entsprechende Wasserstoffsäure. Salpetersäure erzeugt Essigsäure, Aldehyd, salpetrigen Aether, (Salpeteräther) und zuletzt Oxalsäure. Ist hingegen bei der Einwirkung der Salpetersäure noch salpetersaures Silberoxyd oder Quecksilberoxyd zugegen, so bilden sich die knallsauren Salze dieser Metalle. — Chromsäure, ein Gemenge von saurem chromsaurem Kali mit Schwefelsäure, Braunstein und Schwefelsäure erzeugen Ameisensäure, Aldehyd, Aldehydsäure, Essigsäure und Kohlensäure.

Schwefelsäure und Phosphorsäure (wasserhaltige) bilden in der Kälte Aethersäuren, und in der Wärme Aether, ähnlich verhält sich Arseniksäure, welche auch in der Hitze Aether erzeugt; unter den organischen Säuren sind gleichfalls eine grosse Anzahl, welche Aethersäuren, aber in der Hitze keinen Aether zu bilden im Stande sind, z. B. Oxalsäure, Weinsteinsäure, Traubensäure. (Vergl. Aethersäuren und Aetherbildung). Wasserfreie Schwefelsäure erzeugt mit dem Alkohol die Aethionsäure und viel Weinöl; wasserfreie Phosphorsäure erzeugt gleichfalls eine andere als die gewöhnliche Aetherphosphorsäure.

Kalium und Natrium bilden Aetherkali und Aetherarten. (s. d.) Die Alkalien (nicht das Ammoniak) erzeugen unter Sauerstoffabsorption Ameisensäure und Aldehydharz, wodurch die Lösungen braun gefärbt werden (Tinctura kalina.)

Man wendet den Alkohol sehr häufig an als Scheidungsmittel verschiedener Substanzen, sowohl in der organischen als anorganischen Chemie; als Brennmaterial für Lampen u. s. w., namentlich in Deutschland, wo er zu wohlfeilen Preisen zu haben ist; als Leuchtmittel, wenn er mit Terpenthinöl gemengt ist, und vermischt mit Wasser und anderen Substanzen zu Getränken. (Vergl. Branntwein, Bier, Wein. M.)

Alkoholat. Der Alkohol kann, wie Graham zuerst bemerkte, wie das Wasser mit einigen Salzen, z. B. dem Chlorcalcium, Manganchlorür Verbindungen bilden, welche den Hydraten ganz ähnlich sind und krystallisiren. Vgl. Graham in Pogg. Ann. XV. 150. XXII. 270. M.

Alkoholaturen nennt man die alkoholischen Auszüge der frischen Pflanze, zum Unterschiede von alkoholischen Tincturen,

welche aus trocknen Pflanzen bereitet werden. Jene sind, da beim Trocknen eine Menge flüchtiger Stoffe entweichen, natürlich viel wirksamer.

Alkoholometer (Weingeistmesser) ist eine Art Aräometer, dessen Scale geeignet ist, unmittelbar den Weingeistgehalt einer Flüssigkeit, die aus Alkohol und Wasser gemischt ist, nach Procenten des Gewichtes oder des Raumes zu bestimmen. Wird ein so vorgeichtetes Aräometer in eine Mischung aus diesen beiden Flüssigkeiten gebracht, so zeigt die Zahl, bei welcher die Oberfläche der Flüssigkeit die Scale des schwimmenden Instruments trifft, an, entweder, wieviel Pfunde reinen Alkohols unter hundert Pfunden, oder wieviel Quart reinen Alkohols unter hundert Quarten der geprüften Mischung enthalten sind. In beiden Fällen sind die Scalen nach verschiedenen Principien eingerichtet.

Durch Versuche lässt sich eine jede der beiden Scalen leicht bestimmen. Man senke das Instrument bei einer gewählten Normaltemperatur in reines Wasser, so findet man den Nullpunkt der Scale; darauf in absoluten Alkohol, so wird diejenige Stelle der Scale angezeigt, welche mit 100 zu bezeichnen ist. Mischt man 10 Gewichttheile dieses Alkohols mit 10 Gewichttheilen Wassers, so erhält man die Stelle der Scale für 50 pCt. 5 Th. Alkohol und 15 Th. Wasser geben die Stelle für 25 pCt. u. s. w.; überhaupt bestimmen a Theile Alkohol und w Theile Wasser für Gewichtprocente jederzeit die Skalenzahl $\frac{a}{a+w}$.

Dass die so ermittelte Eintheilung verschieden ausfallen wird, wenn statt der Gewichttheile die Raumtheile zur Bestimmung der Verhältnisse gewählt werden, ist leicht einzusehen, da Mischungen aus Alkohol und Wasser immer eine Volumverminderung erleiden. Der Zähler des Bruches, der die Procente in diesem Falle bestimmt, ist wie vorhin a , der Nenner ist aber immer kleiner als $a+w$ und muss durch die Beobachtung bestimmt werden. Für technische Zwecke ist die Bestimmung des Alkoholgehalts nach Raumprocenten angemessener, als die nach Gewichtprocenten, weil die alkoholhaltigen Flüssigkeiten nach dem Raummaass verkauft werden und es daher für den Umsatz der Spirituosen wichtig ist, zu wissen, wieviel Quart absoluten Alkohols von der angenommenen Normaltemperatur in hundert Quarten der untersuchten Flüssigkeit enthalten sind. Alkoholometer für Raumprocente sind daher die üblichsten. Um die Anfertigung und richtige Graduirung derselben haben sich Tralles und Gay-Lussac Verdienste erworben, nachdem früher Richter dergleichen Instrumente für Gewichtprocente eingerichtet hatte, deren Einrichtung indessen hier nicht weiter genauer beschrieben wird; weil die Anwendung derselben nicht stattfindet. Tralles giebt folgende Tafel für die Einrichtung der Scale eines Alkoholometers, das bei 60° Fahr. (= 12½° R.) die Raumprocente richtig angeben soll.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	9	24	39	54	68	82	95	108	121	133
1	145	157	169	180	191	202	213	224	235	245
2	256	266	277	288	299	310	321	332	344	355
3	367	380	393	417	420	434	449	465	481	498
4	515	533	551	596	588	608	628	648	669	690
5	712	735	758	782	806	830	854	879	905	931
6	957	984	1011	1039	1067	1096	1125	1154	1184	1215
7	1246	1278	1310	1342	1375	1409	1443	1478	1514	1550
8	1587	1624	1662	1701	1740	1781	1823	1866	1910	1955
9	2002	2050	2099	2150	2203	2259	2318	2380	2447	2519
10	2597									

Die erste Spalte giebt die Zehner, die obere Querreihe die Einer der Raumprocente an. Sucht man in der Tabelle die zu irgend einer Angabe der Raumprocente gehörige Zahl auf, so findet man eine Zahl, welche sich auf eine gleichtheilige Scale der Röhre des Alkoholometers bezieht. Man hat daher nur nöthig, eine einzige genaue Mischung aus Alkohol und Wasser bei $12\frac{1}{2}^{\circ}$ R. zu machen, um mit Hilfe dieser Tabelle die ganze Scale des Alkoholometers construiren zu können. Mischt man z. B. genau a Kubikzolle Alkohol mit w Kubikzollen Wasser, und beobachtet, dass nach vollendeter Abkühlung der sich durch die Mischung erwärmenden Flüssigkeit, während welcher das Gefäss sorgfältig verschlossen bleiben muss, um Verlust durch Verdunstung zu vermeiden, das entstandene Volumen der Mischung m Kubikzolle beträgt, so wird $\frac{a}{m}$ die Procent-

zahl der Mischung angeben. Es sei diese 67,7. In der Tafel findet man für 67 die Eintheilungszahl 1154, für 68 die Zahl 1184. Die Differenz beider ist 30. Legt man $\frac{1}{10}$ dieser Differenz, d. i. 21, zu der erstern Zahl hinzu, so erhält man 1175. Diess ist die Eintheilungszahl für 67,7 pCt. Bei einer gleichtheiligen Scale müsste diese Zahl an der Röhre da stehen, wo diese von der Oberfläche der Flüssigkeit berührt wird. Diese Stelle ist durch wiederholtes Eintauchen an der Scale genau zu bemerken. Eben so merkt man diejenige Stelle, welche durch Eintauchen in reines Wasser bestimmt wird, das als nullprocentige Alkoholmischung zu betrachten ist, für welche die Eintheilungszahl 9 in der Tabelle angegeben ist. Zwischen beiden so markirten Stellen liegen demnach $1175 - 9 = 1166$ Theile. Diese sucht man auf, setzt die angemessenen Zahlen daneben und entnimmt nun nach der Tabelle die für die einzelnen Procente geeigneten Stellen der Scale; 10 pCt. bei 145, 15 pCt. bei 202 u. s. w. Die auf diese Weise erhaltene Raumprocentenscale ist diejenige, welche für das Instrument beibehalten und auf Papier gezeichnet in die Röhre des Instruments eingefügt wird.

Da es oft Schwierigkeit hat, reinen Alkohol zu erhalten, auch die Abmessungen des Volumens grosse Sorgfalt erfordern, so genügt es, die Bestimmung des spec. Gew. irgend einer Alkoholmischung vorzunehmen und in einer anderen Tabelle, welche die specifischen Gewichte der Alkoholmischungen für die einzelnen Raumprocente an-

giebt, aus dem spec. Gew. die Procente zu bestimmen, um dadurch die erforderliche Eintheilungszahl für das in die Mischung eingetauchte Alkoholometer zu finden. Da es überhaupt von Interesse ist, das spec. Gew. der verschiedenen Alkoholmischungen zu kennen, so theilen wir auch diese Tabelle hier vollständig mit. Die Procentzahlen sind darin, wie in der vorigen Tafel, nach Zehnern und Einern vertheilt und dienen als Index der Tafel. Die spec. Gew. sind in der Tafel selbst für jede Zahl der Procente bei 60° Fahr. (= 12 $\frac{2}{3}$ ° R.) in Hunderttausendtheilen der Einheit angegeben. Jeder Zahl ist also 0, vorzusetzen.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	9991	9976	9961	9947	9933	9919	9906	9893	9881	9869
1	9857	9845	9834	9823	9812	9802	9791	9781	9771	9761
2	9751	9741	9731	9720	9710	9700	9689	9679	9668	9657
3	9646	9634	9622	9609	9596	9583	9570	9556	9541	9526
4	9510	9494	9478	9461	9444	9427	9409	9391	9373	9354
5	9335	9315	9295	9275	9254	9234	9213	9192	9170	9148
6	9126	9104	9082	9059	9036	9013	8989	8965	8941	8917
7	8829	8867	8842	8817	8791	8765	8739	8712	8685	8658
8	8631	8603	8575	8547	8518	8488	8458	8428	8397	8365
9	8332	8299	8265	8230	8194	8157	8118	8077	8034	7988
10	7939									

Wenn also die hydrostatische Abwägung für irgend eine Alkoholmischung bei 12 $\frac{2}{3}$ ° das spec. Gew. 0,9436 ergibt, so hat diese Mischung zwischen 44 und 45 pCt. Zu der erstern Zahl gehört 0,9444, zu der letztern 0,9427, die Differenz ist 0,0017. Die Abweichung des spec. Gew. von 0,9444 ist aber 0,9444 — 0,9436 = 0,0008. Mithin ist 44 $\frac{5}{7}$ der Procentgehalt der Mischung, für welche man aus der ersten Tabelle die Eintheilungszahl 593 $\frac{1}{7}$ findet.

Ist ein Alkoholometer auf diese Weise regulirt, so giebt die Anwendung desselben nur bei 12 $\frac{2}{3}$ ° R. genaue Resultate. Diess ist eine im grössten Theil des Jahres ziemlich häufig vorkommende Temperatur. Zu sorgfältigen Bestimmungen mittelst des Alkoholometers ist aber eine Berücksichtigung der Temperatur unerlässlich. Auch für diese hat Tralles genaue Tafeln gegeben. Wir theilen eine derselben mit, welche die Angaben des auf oben angegebene Weise für 60° F. graduirten Alkoholometers bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Procenten enthält. Die Temperaturen stehen in der oberen Querspalte, die Procente sind aus der unter 60° F. befindlichen Spalte zu entnehmen. Jede Querreihe enthält die Angaben des Alkoholometers in derselben Alkoholmischung bei der in der obersten Spalte darüber stehenden Temperatur.

30° F. — 5° R.	35° F. 1 $\frac{1}{2}$ ° R.	40° F. 3 $\frac{2}{3}$ ° R.	45° F. 5 $\frac{1}{3}$ ° R.	50° F. 8° R.	55° F. 10 $\frac{2}{3}$ ° R.	60° F. 12 $\frac{1}{2}$ ° R.	65° F. 14 $\frac{1}{2}$ ° R.	70° F. 16 $\frac{2}{3}$ ° R.	75° F. 19° R.	80° F. 21 $\frac{1}{3}$ ° R.	85° F. 23 $\frac{1}{3}$ ° R.
—0,2	—0,4	—0,4	—0,5	—0,4	—0,2	0	0,2	0,6	1,0	1,4	1,9
4,6	4,5	4,5	4,5	4,6	4,8	5	5,3	5,8	6,2	6,7	7,3
9,1	9,0	9,1	9,2	9,3	9,7	10	10,4	11,0	11,6	12,3	13,0
13,0	13,1	13,3	13,5	13,9	14,5	15	15,6	16,3	17,1	18,0	19,0
16,5	16,9	17,4	17,8	18,5	19,2	20	20,8	21,8	22,3	23,9	24,9
19,9	20,6	21,4	22,2	23,0	24,1	25	25,9	27,0	28,2	29,4	30,5
23,5	24,5	25,7	26,6	27,2	28,8	30	31,1	32,2	33,4	34,5	35,7
28,0	29,2	30,4	31,6	32,7	33,8	35	36,2	37,3	38,4	39,5	40,6
33,0	34,2	35,4	36,7	37,8	39,0	40	41,1	42,2	43,3	44,3	45,4
38,4	39,6	40,7	41,8	42,9	43,9	45	46,1	47,1	48,2	49,2	50,3
43,7	44,7	45,8	46,9	47,9	49,0	50	50,0	52,0	53,0	54,0	55,1
49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9
54,2	55,2	56,2	56,7	58,8	59,0	60	60,9	61,9	62,9	63,8	64,9
59,4	60,3	61,2	62,2	63,1	64,0	65	65,9	66,8	67,7	68,6	69,6
64,6	65,5	66,4	67,3	68,2	69,1	70	70,8	71,7	72,6	73,5	74,4
69,8	70,7	71,5	72,4	73,3	74,2	75	75,8	76,7	77,6	78,4	79,3
75,0	75,8	76,6	77,5	78,4	79,2	80	80,8	81,7	82,4	83,2	84,1
80,3	81,1	81,8	82,6	83,5	84,3	85	85,7	85,5	87,3	88,0	88,9
85,6	86,4	87,1	87,9	88,6	89,3	90	90,7	91,4	92,0	92,7	93,4

Hätte man demnach als Alkoholometerangabe bei 9° R. erhalten 79 pCt., so würde man die der 79 nächste Zahl aufsuchen unter der Spalte von 8° R. Man findet 78,4 pCt., das um 1,6 pCt. abweicht von der richtigen Angabe der Normaltemperatur 12 $\frac{1}{2}$ ° R. Unter 10 $\frac{2}{3}$ ° findet man 79,2 selbst nur um 0,8 pCt. abweichend. Schaltet man zwischen 8 und 10 $\frac{2}{3}$ ° noch Neuntel ein, so findet man 20 Glieder, unter denen das 9te der Temperatur 9° entspricht. Es ist daher $\frac{2}{9}$ des Abweichungsunterschiedes zu nehmen. Dieser beträgt aber hier $1,6 - 0,8 = 0,8$, folglich ist $\frac{2}{9} \times 0,8 = \frac{1,6}{9} = \frac{2}{9}$ von 1,6 abzuziehen, welches die Abweichung unter 8° war. Wir erhalten also in dieser Gegend der Tabelle für 9° die Abweichung $1,6 - \frac{2}{9} = 1,4$ pCt. Diese Grösse zu den beobachteten 79 pCt. addirt, giebt $80,4$ pCt., welches die richtige Raumprocentangabe für die angenommene Beobachtung sein würde. Es lassen sich hieraus leicht andere Tabellen herleiten, die zur Correction der Angaben bei verschiedenen Temperaturen angewandt werden können.

Für Beobachtungen gewährt es Vortheil, wenn der unterste schwerere Theil des Alkoholometers durch die mit Quecksilber gefüllte Kugel eines Thermometers gebildet wird, dessen Scale sich im Innern des Hohlkörpers befindet und nicht nach den üblichen Thermometergraden, sondern vielmehr so bestimmt ist, dass die über dem Nullpunkt bezeichneten Scalentheile angeben, wieviel Procente von der jedesmal an der Hauptscale *C* beobachteten Angabe zu subtrahiren sind, während die Theile unter 0 anzeigen, wieviel Procente hinzuzurechnen sind. Die grösste Genauigkeit können zwar Instrumente der Art nie gewähren, sie erleichtern aber für den gewöhnlichen Verkehr die Beobachtung.



In Deutschland sind die Alkoholometer nach Tralles üblich. Die Engländer bedienen sich zuweilen noch des Aräometers von Atkins. Es ist aus Silber oder Kupfer gearbeitet, hat einen grösseren elliptischen hohlen und darunter einen kleinern massiven Körper von gleicher Gestalt, beide sind durch ein rundes Stäbchen verbunden, um welches drei Gewichte verschiedener Art so passen, dass sie, auf dem untern Körper ruhend, die Last des Instrumentes vermehren und es dadurch in schwereren Flüssigkeiten tiefer hinabziehen. Die Scale befindet sich auf den vier Flächen eines vierkantigen Stäbchens, das von dem oberen hohlen Körper aus emporragt. In den leichtesten Flüssigkeiten wird das Instrument ohne Hinzu-

fügung von Gewichten angewendet, die dazu gehörigen Procente sind auf einer der vier Seitenflächen des Scalenstäbchens angegeben. Die Zahl derselben wird auf der zweiten Seitenfläche fortgesetzt, welche für solche Flüssigkeiten gilt, bei denen man das leichteste der drei Gewichte anwenden muss, um eine angemessene Einsenkung des Instrumentes zu erhalten. Die anderen beiden Seitenflächen sind eben so für die Angaben bestimmt, welche entstehen, wenn die beiden anderen Gewichtchen unten aufgelegt werden. Der Vortheil dieses Instruments, das eigentlich eine Verbindung von Volumen- und Gewichts-Aräometer ist, besteht darin, dass auf einer kurzen Scale grosse Grade angebracht werden können und nicht mehrere Alkoholometer für die Bestimmung sämtlicher Procentwerthe erfordert werden.

In Frankreich ist Gay-Lussac's Centesimal-Alkoholometer gesetzlich eingeführt und an die Stelle des Cartier'schen Aräometers getreten. Bei der Scale, welche Gay-Lussac anwendet, liegt die Normaltemperatur 15° C. zum Grunde. Eigene Untersuchungen des spec. Gew. scheinen zur Berechnung der Tabellen gedient zu haben, welche ähnliche Zwecke, wie die von Tralles oben mitgetheilten, erfüllen, sich aber auf diese nicht genau zurückführen lassen. Tralles hatte Gilpin's Messungen und seine eigenen benutzt. Gay-Lussac hat eine besondere Gebrauchsanweisung über seine Aräometer gegeben. (Instruction pour l'usage de l'Alcoholomètre centésimal. Paris 1824.)

A.

Alkoholometrie bezeichnet den Inbegriff aller wissenschaftlichen Betrachtungen, welche sich auf die Dichtigkeitsverhältnisse der Mischungen aus Weingeist und Wasser beziehen. Für die praktische Anwendung sind die in dem Art. Alkoholometer angeführten Instrumente wichtig und ausreichend. Die Theorie strebt nach genauer Erforschung der Abhängigkeit der Dichtigkeit von dem Mischungsverhältniss. Bei einer jeden Mischung reinen Wassers mit reinem Alkohol findet eine Verdichtung statt. Den Zusammenhang derselben mit den Mischungstheilen stellt folgende Formel dar:

$$c = (1 - \Delta) p - (1 - \delta) 100.$$

In dieser bedeutet c die Contraction der Mischung in Hunderttheilen des Volumens ausgedrückt, Δ die Dichtigkeit oder das spec. Gew. des reinen Alkohols, δ die Dichtigkeit der Mischung, p die Zahl der Raumprocente. Es hat z. B. 70 procentiger Alkohol bei $+15^\circ$ C. das spec. Gew. $0,8907 = \delta$, absoluter Alkohol bei derselben Temperatur $0,7947 = \Delta$. Für $p = 70$ ergibt die Rechnung $c = 3,44$, d. h. 70procentiger Alkohol hat sich durch die Mischung um $3\frac{1}{2}$ pCt. des Volumens verdichtet oder 10000 Theile des Volumens haben sich um 344 Theile vermindert. Dieser Werth des Maximums variiert mit der Temperatur und geht bei $+4^\circ$ C. in 3,97 über, bei $+17,5^\circ$ in 3,60, bei $37,7^\circ$ in 3,31.

Aus dieser Formel hat Rudberg (Pogg. Ann. XIII. 496.) nach den von Gay-Lussac und Tralles angestellten Untersuchungen über das specifische Gewicht der Alkoholmischungen die Werthe von c für die Mischungen von 5 zu 5 pCt. berechnet und folgende Gleichung für den Zusammenhang von c und p gefunden.

$$c = -17,427 + 22,1751 p - 2,5381 p^2 + 0,059865 p^3.$$

Das hieraus abgeleitete Maximum findet bei $p = 54,00$ statt. Dazu gehört $c = 3,775$, d. i. 103,775 Volumina haben sich zu 100 verdichtet.

Vergleicht man die Sauerstoffmenge, welche der Alkohol in einer solchen Vermischung enthält, mit der des Wassers, so findet man die letztere genau 3mal so gross. Aehnliches hat Ure an der Vermischung von Schwefelsäure und Wasser wahrgenommen. Er fand die grösste Verdichtung, wenn der Sauerstoffgehalt der Schwefelsäure dem des beigemengten Wassers gleich war.

Die oben für c mitgetheilte Gleichung ist sehr genau zwischen $p = 70$ und $p = 40$. Für den Umfang aller Beobachtungen hat Rudberg folgende berechnet:

$$c = -23,00 + 25,35 p - 3,15 p^2 + 0,10 p^3.$$

Jede dieser Gleichungen kann dazu dienen, den Zusammenhang zwischen δ und p darzustellen, d. i. die Dichtigkeit aus der Procentzahl zu berechnen.

Für Mischungen aus verdünntem Weingeist und Wasser hat Rudberg (a. a. O.) ebenfalls die geeigneten Formeln gegeben. Wird zu einem Volumen Alkohol $= u$, das aus einem Volumen absoluten Alkohol $= v$ und einem Volumen Wasser $= w$ besteht und den Procentgehalt P hat, ein Volumen Wasser $= V$ gesetzt, so dass das Vo-

lumen der Mischung = U entsteht, so ist 1) die nach dieser Mischung beobachtete Contraction e , 2) die totale Contraction C , welche sich auf die Alkohol- und Wassertheile überhaupt bezieht, 3) der Procentgehalt der neuen Mischung = p durch folgende Formeln bestimmt:

$$1) e = 100 \left(\frac{u+V}{U} - 1 \right) \quad 2) C = e + c \frac{u}{U} \quad 3) p = P \frac{u}{U}$$

In dem ersten Ausdruck kann $u + V < 1$ sein. Daraus geht hervor, dass bei Mischungen aus Branntwein und Wasser statt der Verdichtung eine Verdünnung eintreten kann. Diess hat Thillaye bei Branntwein vom spec. Gew. 0,9544 bei 15° C. beobachtet, und Rudberg berechnet, dass für diesen Fall auch Dilatation eintreten muss, sobald dieser Branntwein mit mehr als der Hälfte seines Volumens Wasser gemischt wird.

Zu den allgemeinen Bestimmungen, welche für die Alkoholometrie wichtig sind, ist auch Francœur's Formel zu rechnen, welche dazu dient, die Angaben des Gay-Lussac'schen Alkoholometers bei der Temperatur t (in Centigraden) auf Raumprocente der Normaltemperatur 15° zurückzuführen. Bedeutet nämlich p_t die Anzahl der bei t Grad beobachteten Procente; so ist

$$p = p_t + 0,4 (t - 15)$$

ein sehr genäherter Ausdruck für die Raumprocente bei der Normaltemperatur.

Die experimentellen Untersuchungen, welche zur Grundlage dieses Zweiges der Alkoholometrie dienen können, sind sehr vollständig zusammengestellt in dem Handwörterbuch der Chemie von Poggen-dorff und Liebig unter dem Art. Alkoholometrie. Man findet dort vollständige Tafeln über die Wägungen von Richter, Lowitz, Meissner, Gouvenain, Delezenne, Gilpin, Tralles, Gay-Lussac, Marozeau. Um über die bei der Bestimmung der Güte des Alkohols vorkommenden Benennungen nicht ganz hinwegzugehen, denke man sich unter v_t das Volumen des in einer Mischung enthaltenen reinen Weingeistes bei der Temperatur t und unter V_t das Volumen der gesammten Mischung bei der Temperatur t . Ist ferner τ die gesetzliche Normaltemperatur (nach Tralles 16° F. nach Gay-Lussac 15° C.); so stellt der Ausdruck $\frac{v_\tau}{V_\tau}$ die Stärke des Weingeistes (la force) dar und $\frac{v_\tau}{V_t}$ den wahren Alkoholgehalt (la richesse).

Anderweitige Kennzeichen für die Güte des Alkohols sind entweder zu unvollkommen oder in theoretischer Hinsicht noch nicht so genau erörtert, dass sie zu aräometrischen Messungen dienen könnten. Die holländische Probe (preuve d'Hollande) giebt durch Perlen des Weingeistes zu erkennen, dass mehr als 50 pCt. Weingeist vorhanden sind. Die Pulverprobe giebt durch die Entzündung des Schiesspulvers mittelst brennenden Weingeistes an, dass letzterer etwa 80 pCt. und darüber enthalte. Das Lichtbrechungs-

vermögen könnte vielleicht zur Beurtheilung der Güte des Stoffs angewendet werden und es liessen sich optische Apparate denken, die als Alkoholometer dienen könnten. Die Bestimmung des Siedepunktes nach Gröning's Vorschlage giebt gewiss auch ein ziemlich sicheres aber umständliches Prüfungsmittel des Weingeistes. Einfacher wäre die Beobachtung der Verdunstungskälte, wenn man die mit Mousselin bewickelte Kugel eines Thermometers in die Weingeistmischung eintauchte und nachher beobachtete, wie tief die Temperatur desselben beim Verdunsten hinabsinke. Offenbar würden höhere Procente einer grösseren Differenz der Temperatur entsprechen. Als chemische Probe der Güte des Weingeistes ist die Beobachtung des Wasserrückstandes zu betrachten, den er beim Verbrennen zurücklässt und das Hineinschütten kohlensauren Kali's, wodurch das Wasser abgeschieden wird und mit dem Kali chemisch verbunden, eine schwerere Flüssigkeit bildet, die sich in einer graduirten Glasröhre nach unten senken muss, während sich darüber der klare entwässerte Alkohol abscheidet. Chemische Analysen, z. B. die Verbrennung des Weingeistes mit Kupferoxyd und ähnliche, erfordern sorgfältige Abwägungen und Rechnungen, wodurch sie zum aräometrischen Zweck ungeeignet werden. A.

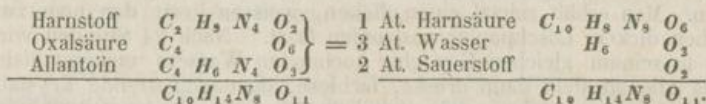
Alkornin. In der Alkornokrinde (von *Alchornea latifolia*) hat Biltz, namentlich im Splint einen harzähnlichen Stoff gefunden, (Brandes Arch. XII. 58.) den Trommsdorff (dessen Journ. XXV. 38.), Rein, (Gilb. Ann. L. 121.) Hopf und Geiger nicht auffinden konnten. Die wassererschöpfte Rinde soll mit Alkohol ausgezogen, mit Wasser versetzt, abgedampft und mit Aether ausgezogen werden. Dieser hinterlässt beim Verdampfen die Substanz in spiessigen Krystallen. Frenzel erhielt aus $\frac{1}{4}$ Pfund Rinde 47 Gran reine Substanz. Vergl. Ann. der Pharm. XXXIII. p. 173. M.

Allagit, ein seltenes, derbes, grünes Mineral, das am Harz vorkommt und ein Gemenge von kohlensaurem und kieselsaurem Manganoxydul ist. An der Luft wird es bald grau und schwarz, worauf der Name *ἀλλογενής* (Veränderung) hindeutet. B.

Allanit (Cerin) wurde von Giesecke, Professor der Mineralogie in Dublin, auf der Westküste von Grönland entdeckt, und nach dem Mineralogen Allan, welcher die ersten Nachrichten von dem Fossil gab, benannt. Krystallisirt eingliedrig; Krystalle sind jedoch selten, gewöhnlich derb. Bräunlich und grünlichschwarz, glasglänzend, von Feldspathhärte, spec. Gew. 3,1—4,0. Schmilzt vor dem Löthrohr zu einem bräunlichen Glase und ist mit dem Cerin gleich zusammengesetzt nach der Formel $2\ddot{R}\ddot{S}i + 3\dot{R}\ddot{S}i$, worin \dot{R} Eisen-, Cer-, Manganoxydul, Lanthanoxyd, Kalk- und Talkerde, \ddot{R} Eisenoxyd und Thonerde bedeutet. Kommt vor zu Alluk in Grönland, Riddarhyttan in Schweden und in Mysore. (Scheerer in Pogg. Ann. XLI. p. 407. 465.) B.

Allantoïn, Allantoïssäure, Amniossäure. Vauquelin und Buniva entdeckten in der allantoïschen Flüssigkeit diese Substanz,

welche man erhält, wenn man jene eindampft; sie setzt sich dabei in kleinen glänzenden Krystallen ab, welche durch Holzkohle entfärbt werden können. Das Allantoïn bildet dann kleine, sehr glänzende, durchsichtige, farblose, prismatische Krystalle, mit rhomboëdrischer Grundform, welche geschmack- und geruchlos, in kaltem Wasser sehr schwer (400 Th.), leichter in kochendem auflöslich sind (40 Th.), keine Wirkung auf Pflanzenfarben äussern und ungemein schwach saure Eigenschaften zeigen. In Kalilauge ziemlich leicht löslich, halten sie beim Abdampfen der Lösung doch kein Kali zurück, sondern krystallisiren unverändert heraus. Vauquelin und Buniva nannten sie indess Amniossäure (sie glaubten sie aus der amnischen Flüssigkeit erhalten zu haben, was Lassaigue später berichtigte), ein Name, der später in Allantoissäure und endlich in Allantoïn umgeändert ist. Liebig fand das Allantoïn zusammengesetzt aus $C_5H_6N_4O_4$, indess zeigten später Analysen von Liebig und Wöhler, dass es aus $C_4H_6N_4O_3$ oder 30,66 C; 3,75 H; 35,50 N; 30,08 O bestünde. Es verbindet sich unter den Basen nur mit Silberoxyd, und verliert dabei ein halbes Atom Wasser, so dass die Formel der Silberverbindung ist: $C_4H_5N_4O_3, Ag$. Durch Kochen mit Kali oder Barytwasser liefert es Ammoniak und Oxalsäure; mit Salpetersäure, nach Gmelin, eine eigenthümliche krystallinische Substanz, welche eine besondere Säure zu sein scheint. Liebig und Wöhler haben nachgewiesen, wie man diesen Körper auch aus Harnsäure erzeugen könne, und zwar durch Kochen derselben mit braunem Bleisuperoxyd. Es bildet sich dabei Allantoïn, Harnstoff, Oxalsäure, Kohlensäure.



Man kann sich vorstellen, dass der Harnstoff in der Harnsäure fertig gebildet sey, also nur $C_8N_4O_4$ eine Umwandlung erlitten hätten durch die Einwirkung des Bleisuperoxyds; diese Formel drückt 4 At. Cyan und 4 At. Kohlenoxydgas aus. Vergl. Art. Harnsäure. Liebig und Wöhler: Ann. d. Pharm. XXVI. p. 250. Gmelin: Gilb. Ann. LXIV. p. 350.

M.

Allantoïsche Flüssigkeit. Bei den meisten Säugethieren ist der Foetus von zwei unzusammenhängenden Häuten sackartig umgeben, von denen die äussere die Allantois, und die innere das Amnium heisst. Zwischen beiden ist ein Raum, welcher mit der Harnblase des Foetus durch einen Kanal in Verbindung steht, und den Foetusharn, allantoïsche Flüssigkeit, enthält. Vauquelin und Buniva haben die einer Kuh untersucht, und darin Allantoïn, Eiweiss, phosphorsaure, milchsäure und schwefelsäure Salze gefunden. Harnsäure scheint nicht aufgesucht worden zu sein.

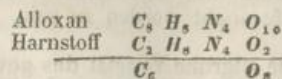
M.

Allochroit, die ölgrüne Varietät des gewöhnlich roth gefärbten Granats. Daher auch der Name von ἀλλόχρως = andersgefärbt abgeleitet.

B.

Allophan (von *αλλοφανής* anders erscheinend, weil das Mineral einem Kupfersalz mehr, als einem erdigen Fossil gleicht.) Ein weisses, blaues, spangrünes oder gelbes, zu der Familie der Thone gehöriges Mineral. Dicht, tropfsteinartig, niereförmig, spröde, muschlig im Bruch, nach der Formel $\overset{\cdot\cdot}{\text{Al}}_3\overset{\cdot\cdot}{\text{Si}}_4 + 24\text{H}$ (Bunsen) zusammengesetzt, enthält aber beigemengt etwas kohlen-saures Kupferoxyd, Kalkerde und Eisenoxydhydrat, und scheint ein secundäres Erzeugniss zu sein. Kommt vor in Thüringen bei Gräfenthal, im Erzgebirge zu Schneeberg, zu Friesdorf bei Bonn in Braunkohlenlagern. B.

Alloxan. Das Alloxan entsteht aus dem Alloxantin durch oxydirende Einflüsse, also durch Behandlung mit Salpetersäure, seleniger Säure, Silberoxydsalzen u. a. m. 1 At. Alloxantin $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{10}$ verliert 2 At. Wasserstoff und geht in Alloxan über $\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_4\text{O}_{10}$. Man erhält die Verbindung am besten, wenn man Harnsäure in kalter concentrirter Salpetersäure von 1,45 spec. Gew. auflöst. Das Alloxantin, welches sich zuerst bildet, geht sogleich in statu nascente unter Wasserstoffabgabe in Alloxan über. Der Wasserstoff oxydirt sich auf Kosten der Salpetersäure, so dass hier noch einmal soviel salpetrige Säure entweicht, wie bei der Alloxantinbereitung. Diese zerlegt allen salpetersauren Harnstoff, welcher sich zu gleicher Zeit bildet, in Kohlensäure, Stickstoff, und in salpetersaures Ammoniak. — Man setzt in sehr kleinen Portionen 1 Th. pulverisirte Harnsäure zu 2 Th. Salpetersäure von 1,45 spec. Gew., und wartet das jedesmal entstehende heftige Aufbrausen ab. Jede Erwärmung ist zu vermeiden. Man erhält zuletzt einen dicken, weissen Brei, den man zwischen dickem Löschpapier austropfen lässt. Nach 24 Stunden wird er in seinem gleichen Gewichte kochenden Wassers umkrystallisirt. Das Alloxan stellt dann grosse, farblose, diamantglänzende Krystalle dar, von unangenehm salzig säuerlichem Geschmack; bei $+100^\circ$ wird es roth, darüber leicht zerstört. In Wasser löst es sich leicht, und ertheilt der Haut sodann eine intensiv rothe Farbe und einen unangenehmen Geruch. Die Lösung reagirt sauer, und wird durch ein wenig Alkali neutralisirt, darf aber nicht als Säure betrachtet werden. Es krystallisirt in heissem Wasser in der Wärme in Rhomboidaloc-taëdern, welche an den Ecken abgestumpft sind, augitähnlich, und ist dann wasserfrei. Beim Erkalten krystallisirt es in zollgrossen Krystallen, welche dem Schwerspath ähnlich sind, ein Rhombenoc-taëder zur Grundform haben und sehr viel Wasser enthalten. — Wird die wässerige Lösung mit schwefelsaurem Eisenoxydul vermischt, so entsteht eine tief blaue Färbung, ähnlich wie sie Brugnatelli von der ery-thrischen Säure angiebt, so dass diese gewiss wesentlich Alloxan enthalten hat. Mit Bleisuperoxyd gekocht, giebt das Alloxan nur Kohlensäure und Harnstoff.



Dazu treten 4O aus dem Bleisuperoxyd, so dass 6C gebildet werden, von dem 2C bei dem Bleioxyd bleiben und 4C gasförmig entweichen.

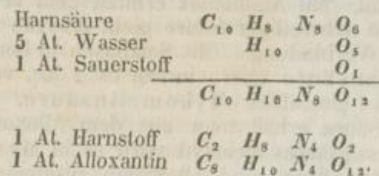
Aus dem Alloxan wird das Alloxantin durch Aufnahme von H₂ gebildet, indem man Schwefelwasserstoff durch seine Lösung hindurchleitet, es mit Salzsäure und Zink in Berührung bringt, es mit Zinnchlorür vermischt, welches in Chlorid verwandelt wird, und es endlich einem schwachen elektrischen Strom aussetzt.

Behandelt man das Alloxan in der Hitze mit Schwefelsäure, so erhält man Parabansäure, aus welcher durch Kochen mit einer Basis die Oxalursäure entsteht. Mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure oder verdünnter Schwefelsäure erhitzt, entsteht unter heftigem Aufbrausen von Kohlensäure zuerst Alloxantin, Oxalsäure und Ammoniak; nach einer längeren Digestion verschwindet das Alloxantin, und an seine Stelle tritt ein neuer, gelber, pulverförmiger Körper, welcher aus C₈H₆N₄O₅ besteht, also O₂ weniger als die Oxalursäure enthält. Mit Ammoniak erhitzt, geht er in Mykomelinsäure über. Mit schwelliger Säure giebt Alloxan eine neue, noch nicht untersuchte Verbindung. Mit Salzbasen in Berührung geht das Alloxan in Alloxansäure über, indem es 2 Aq. verliert. Mit Ammoniak giebt es gleichfalls Mykomelinsäure. Mit Ammoniak und schwelliger Säure erhält man aus dem Alloxan die Thionursäure. Durch essigsäures Bleioxyd wird es in Mesoxalsäure verwandelt. Werden Alloxan und Alloxantin zusammen mit Ammoniak behandelt, so erhält man das Murexid oder purpursäure Ammoniak. Das Alloxan ist durch Liebig und Wöhler untersucht worden. Vergl. Harnsäure. (Ann. der Pharm. XXVI. 256.) M.

Alloxansäure. Liebig und Wöhler fanden, dass beim Erhitzen des Alloxans mit Alkalien eine neue Säure gebildet werde, indem es die Elemente von 2 Aeq. Wasser verliert. Man erhält dieselbe am besten, wenn man zu einer warmen Auflösung von Alloxan Barytwasser zumischt. Dieses giebt einen Niederschlag, der sich bald wieder auflöst; setzt man mehr Barytwasser hinzu, so trübt sich die Flüssigkeit durch und durch, und es setzen sich in der Ruhe viele kleine glänzende Krystalle von alloxansaurer Baryterde ab. War Alloxantin zugegen, so wird das Salz röthlich. Gallertartig erhält man das Salz, wenn man eine Alloxanlösung mit Chlorbaryum und sodann mit Ammoniak versetzt. Durch Schwefelsäure kann man die Alloxansäure abscheiden. Diese krystallisirt zu einer strahligen Masse, welche luftbeständig, sehr stark sauer und leicht löslich in Wasser ist. Sie treibt die Essigsäure aus. Sie besteht aus C₈H₄N₄O₅, und nimmt in den Salzen 2 At. Basis zur Sättigung auf. Die wasserhaltige Säure C₈H₄N₄O₅ + 2H₂O hat dieselbe Zusammensetzung wie das Alloxan. Die Alloxansäure kann nicht, wie das Alloxan, in Alloxantin verwandelt werden; diess beweist, dass die Elemente sich hier anders gestellt haben, wie sie im Alloxan selbst waren, und dass nicht Wasser als solches abgeschieden ist, sondern, dass es erst aus den Elementen des Alloxan gebildet ist. — Kocht man die Salze mit Wasser, so bildet sich Harnstoff und

Mesoxalsäure. Das Barytsalz enthält 6 Aeq. Krystallwasser, das Strontiansalz 8 Aeq. (Vergl. Ann. d. Pharm. Bd. XXVI. p. 293.) M.

Alloxantin. Löst man Harnsäure in verdünnter lauwärmer Salpetersäure auf, so entwickelt sich Stickstoffoxyd und Kohlensäure zu gleichen Volumen und etwas Stickstoff. Zuletzt erhält man eine schwach gelbliche Flüssigkeit, welche beim Abdampfen schwach ziebelroth wird. Beim Erkalten schießen harte durchsichtige Krystalle von Alloxantin an. Aus der Mutterlauge erhält man salpetersaures, saures oxalsaures Ammoniak, salpetersauren und oxalsauren Harnstoff. Durch Umkrystallisiren erhält man das Alloxantin rein. Bei +100° verlieren die Krystalle nichts an Gewicht; sie sind schwer löslich in kaltem, leichter in kochendem Wasser. Die Lösung röthet Lackmuspapier, ohne eigentlich sauer zu sein. Die Zusammensetzung fanden Liebig und Wöhler $C_4H_{10}N_4O_{10}$. Es entsteht aus der Harnsäure auf folgende Weise:



An ammoniakhaltiger Luft wird das Alloxantin roth; mit oxydierenden Mitteln in Berührung gebracht, wird es unter Abgabe von 2H in Alloxan verwandelt. Mit Barytwasser giebt es einen dicken, veilchenblauen Niederschlag, der beim Kochen weiss wird und sich dann auflöst. Wird das Alloxantin in der Siedehitze mit Schwefelwasserstoff behandelt, so nimmt es noch Wasserstoff auf, und erhält dadurch die Eigenschaft, Alloxan in Alloxantin zu verwandeln. Mischt man Ammoniaksalze hinzu, so bildet sich dialursaures Ammoniak, eine Verbindung, in welcher Berzelius ein Amid annimmt, das er Alloxantinamid nennt, vereinigt mit Alloxantin. Durch Behandlung mit Ammoniak an der Luft liefert das Alloxantin oxalursaures Ammoniak, unter Sauerstoffabsorption; bei Ausschluss der Luft bildet sich namentlich Uramil. Metalloxyde verändern das Alloxantin nur wenig. Bleisuperoxyd bildet unter Kohlensäureentwicklung Harnstoff und einen nicht untersuchten weissen Körper. Silberoxyd erzeugt unter Gasentwicklung Oxalursäure. Salmiak bildet mit luftfreier Alloxantinsolution Uramil. Wird Alloxantin mit Wasser gekocht, und so lange mit Ammoniak versetzt, bis die entstehende rothe Farbe wieder verschwunden ist, und dann Alloxanlösung hinzugefügt, so bildet sich Murexid oder purpursaures Ammoniak. — Fritsche hat das Alloxantin unter dem Namen Uroxin beschrieben. Journ. f. prakt. Chem. Bd. XIV. p. 240. (Vergl. Liebig und Wöhler: Ann. der Pharm. Bd. XXVI. p. 290 ff.) M.

— **Alloxantinamid.** Berzelius nimmt in dem von Liebig und Wöhler sogenannten dialursauren Ammoniak ein beson-

deres Amid an, welches mit Alloxantin verbunden sey. s. Dialursäure. M.

Almandin, der kolombinrothe durchsichtige Granat. B.

Aloë. Der eingedickte Saft aus einigen Pflanzen der Familie der Asphodeleen auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, der Insel Sokotora besitzt diesen Namen. Man unterscheidet sokotrinische Aloë (die beste), die Leberaloë und die Rossaloë. Diese wird nicht als Arzneimittel gebraucht. Mit Wasser behandelt, hinterlässt die Aloë zwischen 20—50 pCt. Rückstand, Aloëharz; die eingedampfte Lösung giebt das Extractum aloes aquosum; es ist darin der wirksamste Bestandtheil der Aloë, das sogenannte Aloëbitter enthalten, mit etwas Extractivstoff, welcher jedoch dem grössten Theile nach ungelöst bei dem Harz mit Eiweissstoff zurückbleibt. — Salpetersäure verwandelt die Aloë in sogenanntes künstliches Aloëbitter. M.

Aloëbitter, Aloin. Wird der wässrige Auszug der Aloë mit Bleioxyd von dem Extractivstoff befreit, und bis zur Trockne abgedampft, so bleibt das reine Aloëbitter zurück, als eine gelbe, durchsichtige, glänzende, harte Masse, welche sehr bitter, in Alkohol und Aether unlöslich, in Wasser und verdünntem Weingeist leicht löslich ist. Mit Salpetersäure bildet es Aloësäure. M.

Aloëbitter künstliches, Aloësäure. Durch Behandlung mit Salpetersäure liefert die Aloë und das Aloëbitter ein Gemenge von Pierinsalpetersäure und eine eigenthümliche Säure, welche von Boutin den Namen Polychromsäure erhalten hat. s. d. Art. M.

Aloëharz. Wird Aloë anhaltend mit Wasser ausgekocht, so bleibt eine braune Masse zurück, welche in der Wärme zähe und weich, in der Kälte spröde ist, sich in kochendem Wasser wenig, leicht in Alkalien, Aether und Alkohol löst. Braconnot hält diese harzähnliche Masse für eine Verbindung von Aloëbitter mit einem braunen Extractivstoff. (principe pure). Diesen kann man erhalten, wenn man den wässrigen Aloëauszug mit Bleioxyd kocht; mit diesem geht er eine unlösliche Verbindung ein, aus welcher verdünnte Salpetersäure das Bleioxyd auszieht, unter Hinterlassung eines flohfarbenen Pulvers. M.

Alquifoux heisst das natürliche oder durch Hüttenprocess gewonnene Schwefelblei, dessen man sich zur Töpferglasur bedient, (daher auch Glasurerz), und zu dem Ende fein mahlt und mit Lehm oder geschlämmtem Sand innig mengt. B.

Althaein. Aus der Althaeewurzel kann ein krystallisirbarer Stoff ausgezogen werden, welcher identisch ist mit dem Asparagin. s. d. Art. M.

Althionsäure. Wenn man den Rückstand von der Bereitung des ölbildenden Gases aus Alkohol und Schwefelsäure mit Was-

ser verdünnt und durch Kalkerde sättigt, so erhält man ein krystallisiertes Kalksalz, aus welchem man durch Oxalsäure oder Schwefelsäure eine eigenthümliche Säure abscheiden kann. Die Salze haben dieselbe Zusammensetzung wie die ätherschwefelsauren $C_4H_{10}O + 2\bar{S} + \bar{R}$; so dass man sie lange mit ihnen verwechselt hat. Ettling wies ihre Verschiedenheit von einander nach, und Regnault untersuchte diesen Punkt genauer.

Liebig hält die althionsauren Salze für Doppelsalze von ätherschwefelsauren und isaethionsauren. Vergl. Regnault: Journ. f. prakt. Chem. XII. p. 109. M.

Aluchiharz, Alouchiharz, aus Madagascar vom Timpi-Baume. (Wintera aromatica?) Es ist leicht zerreiblich, innen schwärzlich marmorirt, pfefferähnlich aromatisch schmeckend. Bonastre fand 68 pCt. in kaltem Weingeist leicht lösliches Harz, 20 schwer lösliches, $1\frac{1}{2}$ übelriechendes, ätherisches Oel, eine freie Säure, Ammoniaksalze (?), Bitterstoff und Asche. Das schwer lösliche Harz sublimirt in der Hitze in Blättchen, und wird auch Alouchicampher genannt. (Bonastre im Journ. de Pharm. T. X. p. 1.) M.

Aludel (Sublimirtopf), ein rundliches, thönerne Gefäß, das an zwei gegenüberstehenden Stellen offen ist, und hier in zwei kurze ungleich weite Röhren ausgeht. Es wird mit der engeren in die weitere eines anderen gesteckt, dieses auf gleiche Weise mit einem dritten verbunden und so fort, so dass ganze Reihen (Aludelschnüre) aneinander liegen. Die Aludeln rühren von den Arabern her, und sind nur noch bei der Quecksilbergewinnung zu Almaden üblich; früher gebrauchte man sie weit häufiger zu Sublimationen, indem man sie übereinander stürzte, und die Oeffnung der obersten verschloss. Man beabsichtigte in den weiten Höhlungen die Dämpfe leichter abzukühlen und das Sublimat aus verschiedenen Höhen besonders aufzufangen. B.

Aluminate sind Verbindungen von Basen mit Thonerde, worin diese die Rolle einer Säure spielt. Chlorospinell, Gahnit und Spinell sind natürliche Aluminate. B.

Aluminit s. schwefelsaure Thonerde.

Aluminium, $Al = 171,167$, das metallische Radikal der Thonerde. Man stellt es aus Chloraluminium dar, welches mit Kalium gemengt und gelinde erwärmt wird. Die Reduction geht unter Explosion vor sich. Man zieht hierauf das entstandene Chlorkalium mit Wasser aus, wobei Aluminium sich am Boden als ein schwarzgraues Pulver ansammelt, das unter dem Polirstahl zinnweiss metallisch glänzend wird. Diese Darstellungsweise wurde zuerst 1827 von Wöhler angegeben und mit Erfolg zur Darstellung mehrerer ähnlicher bis dahin unbekannter Metalle benutzt. Bei gewöhnlicher Temperatur verändert sich Aluminium in Wasser und Luft nicht, in kochendem Wasser aber entbindet es Wasserstoff, und an der Luft geglüht verbrennt es zu Thonerde. In verdünnten Säuren und ätzenden Al-

kallen löst es sich unter Entwicklung von Wasserstoff auf. Aluminium verbindet sich auch mit Schwefel und Phosphor. B.

Alunit s. Alaunstein.

Amalgam heisst die Legirung eines Metalles mit Quecksilber. Die Amalgame sind entweder fest, krystallisirbar oder weich, butterartig oder flüssig, und bald eine bestimmte chemische Verbindung, bald die Auflösung einer solchen in überschüssigem Quecksilber, bald nur eine Emulsion darin. Sie lassen sich fast alle durch Zusammenreiben des gegebenen Metalles mit Quecksilber darstellen, nur Kobalt, Nickel, Mangan, Rhodium, Eisen, Kupfer und Platin müssen auf indirektem Wege amalgamirt werden. Ueber Nickel- und Kobaltamalgame s. Damour: Pogg. XLVII. 508. Aluminium, Beryllium, Cer, Chrom, Iridium, Molybdän, Tantal, Titan, Thorium, Uran, Vanadin, Wolfram und Yttrium sind noch nicht hinsichtlich ihres Verhaltens zum Quecksilber untersucht. Eisenamalgame. Eine Amalgamation der Oberfläche ist leicht zu erhalten, wenn man das rein geschleuerte Metall in Sublimatlösung oder in metallisches, mit verdünnter Säure übergossenes Quecksilber taucht. In grösseren Massen bekommt man es, wenn man auf Natriumamalgame, welches 1 pCt. Natrium enthält, eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul giesst. Es entwickelt sich dabei reichlich Wasserstoffgas. Das Amalgam bildet eine dickflüssige Masse, die sich an der Luft mit einer schwarzgrauen Oxydhaut bedeckt, und bei der Destillation pulverförmiges Eisen zurücklässt. Kupferamalgame. Man befeuchtet pulverförmiges Kupfer, wie man es bei der Reduction des Oxyds durch Wasserstoff erhält, mit salpetersaurem Quecksilberoxydul, reibt es mit 3 Th. Quecksilber und erhitzt. Das Amalgam hat eine hellrothe Farbe. Platinamalgame. Platinschwamm wird mit Quecksilber erwärmt, oder das oben erwähnte Natriumamalgame mit aufgelöstem Platinsalmiak digerirt, wobei sich viel Wasserstoffgas entwickelt. Das Amalgam ist butterähnlich, verliert beim Glühen schwierig das Quecksilber, und hinterlässt das Platin im fein vertheilten Zustand. Geschmiedetes Platin kann direkt nicht amalgamirt werden.

Silber und Gold vereinigen sich leicht und direkt mit Quecksilber, ihre Amalgame bleiben in dem überschüssigen Quecksilber suspendirt, bilden keine eigentliche Auflösung darin, wesshalb sie, wenn man das Gemisch durch lederne Beutel presst, zurückbleiben, und nur Quecksilber durchgeht, eine Operation, die oft im Grossen vorgenommen wird. Silberamalgame, bei den Mineralogen Amalgam, kommt in der Natur unter Quecksilbererzen vor in Dodekaedern und anderen Formen des regelmässigen Systems. Es ist fast silberweiss, etwas spröde, spec. Gew. 13,7—14,1. Besteht nach Klaproth aus 36 Silber und 64 Quecksilber = Ag_2Hg . Künstlich erhält man diese Verbindung, wenn man 1 Th. einer concentrirten Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit $\frac{1}{4}$ Th. concentrirtem salpetersauren Silberoxyd mischt, und ein Amalgam von $\frac{1}{4}$ Silber und genau $3\frac{1}{4}$ Quecksilber hineinlegt. Nach 2 Tagen scheidet sich das Amalgam in baumartigen Krystallisationen aus. Goldamalgame bildet sich überaus leicht, wo nur irgend Gold mit Quecksilber in Berührung kommt, besonders wenn es in Blättchen oder Körnern in

heisses Quecksilber gebracht wird. Je mehr Gold das Amalgam hat, desto dickflüssiger ist es, und kann die Consistenz von Wachs annehmen. Presst man es durch Leder, so bleibt eine Verbindung von 2 Th. Gold und 1 Th. Quecksilber zurück, das durchgegangene Quecksilber ist aber goldhaltig, und wird deshalb am besten zur Darstellung von neuem Goldamalgam verwendet. Aus einer erwärmten Mischung von 1 Th. Gold und 6 Th. Quecksilber scheidet sich ein Amalgam in Krystallen ab.

Kalium, Natrium, Blei, Cadmium, Wismuth, Selen, Zink geben krystallisirbare Amalgame. Besondere Beachtung verdient noch das Zinnamalgam, welches zur Belegung der Spiegel dient. Zu diesem Zweck breitet man auf einem vollkommen horizontalen Tisch mit Steinplatten dünn ausgewalztes Zinn, Stanniol, aus, von etwas grösserem Umfang als die Spiegelplatte, und giesst reines Quecksilber darauf, so dass es sich gleichmässig ausbreitet. Hierauf schiebt man die sorgfältig gereinigte Glastafel so auf das Quecksilber, dass sie sich, um Staub u. dgl. zu beseitigen, unter dessen Oberfläche befindet, ohne doch das Stanniol zu berühren, und beschwert sie mit Gewichten. Nach 24 Stunden neigt man den Tisch allmählig bis 10°, wobei das überflüssige Quecksilber abtropft, und stellt die Spiegelplatte auf eignen Gerüsten immer senkrechter, bis das Amalgam fest geworden ist, wozu einige Wochen nöthig sind. — Glaskugeln belegt man mit einem Amalgam von 1 Th. Zinn, 1 Blei, 2 Wismuth und 10 Quecksilber. Es ist sehr leichtflüssig, legt sich leicht an das Glas und erhärtet allmählig. Man schwenkt es in den Glaskugeln um und giesst das Ueberflüssige aus. — Ein Amalgam aus 1 Th. Zinn, 1 Th. Zink und 2 Quecksilber dient zum Einreiben der Kissen bei Elektrisirmaschinen. Zinn amalgamirt sich leicht, und es findet dabei eine Zusammenziehung der sich verbindenden Metalle statt, wie sich aus dem spec. Gew. des Amalgams ergibt, welches höher ist, als es der Rechnung nach sein sollte. Setzt man zu 1 Th. geschmolzenem Zinn 3 Th. Quecksilber, so erhält man beim Erkalten ein in Würfeln krystallisirendes Amalgam. Ammoniumamalgam s. Ammonium. B.

Amalgam, natürliches, ist Silberamalgam. s. oben Amalgam. B.

Amalgam, (Kienmayersches). Von den Amalgamen, mit welchen man die Reibzeuge der Elektrisirmaschinen einzureiben pflegt, um die Wirkung derselben zu erhöhen, ist das sogenannte Kienmayersche das gebräuchlichste und wirksamste. Es besteht dasselbe aus 2 Th. Quecksilber, 1 Th. Zink und 1 Th. Zinn und wird auf folgende Weise bereitet:

Man schmilzt zuerst das Zink (am besten gewalztes, weil solches am reinsten ist) bei mässigem Feuer in einem irdenen Tiegel, mischt alsdann das Zinn hinzu, und mässigt das Feuer (um eine Oxydation zu verhüten) so weit, dass die Mischung noch eben flüssig bleibt. Hat man sich durch Umrühren mit einem eisernen Stab von dem vollkommenen Fluss überzeugt, so setzt man nach und nach Quecksilber hinzu, bedeckt in den Pausen den Tiegel mit einer Platte und

dämpft das Feuer mehr und mehr (welches wegen der zunehmenden Leichtigkeit des Flusses geschehen darf) damit die Quecksilberdämpfe einestheils dem Arbeiter nicht schaden, andernteils nichts von der Mischung aus dem Tiegel schleudern. Nach dem Zuschütten der letzten Portion wird das Ganze schnell umgerührt und auf eine trockne Steinplatte, behufs der Erkaltung, geschüttet. Die Masse wird alsdann zerbröckelt und fein zerrieben. R.

Amalgamation ist der metallurgische Process, durch welchen man Silber oder Gold aus den Erzen mittelst Quecksilber scheidet. Unter den Silbererzen unterwirft man nur solche der Amalgamation, die silberarm und ganz oder ziemlich frei von Kupfer und Blei sind. Erze, die 6—8 Loth Silber auf 100 Pfund enthalten, eignen sich am besten dazu. Wegen der zusammengesetzten chemischen Beschaffenheit der Silbererze wird die Amalgamation derselben viel complicirter als beim Gold; überdiess ist das ältere, in Amerika übliche Verfahren abweichend von dem neueren europäischen, das besonders in Freiberg zu grosser Vollkommenheit gebracht ist. Zu diesen zwei Methoden kommt dann noch die in neuester Zeit mit günstigem Erfolg versuchte Amalgamation des silberhaltigen Kupfersteins, so dass hier drei Methoden näher zu betrachten sind:

I. Amalgamation der Silbererze.

a) Amerikanische Amalgamation. Sie wurde 1557 von Bartholomäo de Medina in Mexico erfunden, und man bedient sich derselben in Nord- und Süd-Amerika noch jetzt. Die feingemahlene, mit Wasser angerührte Erze, hauptsächlich Rothgülden, Fahlerze, seltener Hornerz und gediegen Silber, werden auf einen mit Steinplatten ausgelegten Hof gebracht, und hier, nach der Beschaffenheit des Erzes mit 1—5 pCt. Kochsalz durchmengt. Bei Quantitäten von 15—20 Centnern verrichten diess Menschen, bei grösseren, von 800—1200 Centnern, lässt man von Pferden den Erzteig durchtreten. Nach einigen Tagen setzt man dann Magistral, d. i. gerösteten und feingeriebenen Kupferkies, $\frac{1}{4}$ —1 Pfund auf 1 Centner zu, lässt auch diess einkneten, und giebt nun Quecksilber darauf, die sechsfache Menge des im Erz befindlichen Silbers in drei Portionen. Incorporiren. Hierbei zerlegen sich Kochsalz und der durch das Rösten oxydirte Kupferkies. Es entstehen schwefelsaures Natron, Kupfer- und Eisenchlorid. Diese Chloride lösen sich in Kochsalz und geben ihr Chlor an das Silber, dessen Schwefel sie aufnehmen; das Chlorsilber aber wird von dem überschüssigen Kochsalz gelöst, von einem Theil des Quecksilbers reducirt, wobei Quecksilberchlorür sich bildet, und das Silber von dem anderen Theil Quecksilber aufgelöst. Die Zeit, in welcher diese Zersetzungen vor sich gehen, richtet sich nach der Witterung; Wärme beschleunigt den Process, und die Extreme sind 12 Tage bis 2 Monate. — Nach vollendeter Zersetzung trennt man das Amalgam von den leichteren Schliechen durch Waschen in grossen Bottichen, in denen man durch eine senkrechte, mit horizontalen Schaufeln versehene drehbare Welle den Schliech aufrührt, und ihn aus den Oeffnungen des Bottichs ablässt. Das am Boden befindliche Amalgam wird hierauf durch zwilchene Beute filtrirt, durch welche das überschüssige Quecksilber abfließt. Das

rückständige feste Amalgam aber bringt man auf kupferne Gestelle, über welche man dann einen kupfernen Ausglühtopf stürzt, und diesen mit Kohlenfeuer umgiebt, um das Quecksilber abzudestilliren. Röhren führen die Quecksilberdämpfe zur Condensation in einen Wasserbehälter. Nach Beendigung der Destillation wird das Silber geschmolzen und in Barren gegossen. (Boussingault in Pogg. Ann. XXXII. 109.)

b) Europäische Amalgamation. Diess Verfahren, eigentlich eine Abänderung des amerikanischen, von dem Spanier Barba erfunden und 1640 beschrieben, wurde 1784 von v. Born in Schemnitz versucht, erhielt aber seine Vollendung und dauernde Anwendung im Grossen erst in Freiberg, wesshalb man es auch das sächsische nennt, da überdiess die ungarischen Werke bald eingingen. — Die Erze, den amerikanischen ähnlich, werden so gattirt, dass sie auf den Centner 7—8 Loth Silber und eine gewisse Menge Schwefelkies enthalten. Man setzt dann ungefähr 10 pCt. Kochsalz zu und röstet, wobei Arsenik und Antimon verflüchtigen, und im oxydirten Zustand in besonderen Räumen, Nichtkammern, aufgefangen werden. Aus der gegenseitigen Einwirkung des Kochsalzes und gerösteten Schwefelkies, der durch das Rösten zu schwefelsaurem Eisenoxyd geworden ist, entstehen schwefelsaures Natron, Eisenchlorid und entweichende schweflige Säure. Das Eisenchlorid giebt einen Theil seines Chlors an das Silber, der andere wird durch die Feuchtigkeit der Luft zu Salzsäure, das rückständige Eisen zu Eisenoxyd. Entwickelt sich das salzsaure Gas nur noch allein, so ist die Röstung beendet. Die braune Masse wird dann gemahlen, gebeutelt, auf die Amalgamirtonnen gebracht, in denen sie mit Wasser, Eisenstücken und Quecksilber gemengt und 16—18 Stunden herumgedreht wird, indem die Tonnen in jeder Minute sich 20 bis 22 mal um ihre Axe drehen. Hierbei wird das Chlorsilber vom Eisen zersetzt, welches das Chlor aufnimmt, während das reducirte Silber vom Quecksilber aufgelöst wird. Sind die Tonnen angehalten, so sammelt sich das Amalgam unten an, und wird aus dem nach unten gerichteten Spund abgelassen. Man presst es durch zwilchene Säcke, um das eigentliche Amalgam vom überschüssigen Quecksilber zu trennen, und legt es zum Ausglühen auf eiserne Teller, die in der Mitte einen hohlen Dorn haben, so dass man einen auf den anderen stecken kann. Den untersten setzt man dann auf eine eiserne Stange, die in einem mit Wasser gefüllten eisernen Kasten steht, und senkt über das Ganze eine eiserne Glocke so tief, dass sie in das Wasser taucht und den inneren Raum luftdicht absperrt. Wird nun die Glocke von Aussen durch Kohlenfeuer erhitzt, so können die Quecksilberdämpfe nur in das Wasser entweichen, worin sie condensirt werden; das Silber aber bleibt auf den Tellern porös zurück, Tellersilber, verunreinigt durch andere Metalle. Um diese zu entfernen, wird das Tellersilber in Graphittiegeln noch einmal umgeschmolzen, und die Oberfläche mit Kohlenstaub bestreut. Die unedlen Metalle oxydiren sich hierbei grösstentheils, und lassen sich mit der Kohlenasche leichter fortnehmen. Man beendet das Schmelzen, wenn die Oberfläche nicht mehr dampft und ruhig fliesst. Aber auch dann ist das Silber noch nicht rein; es enthält noch 3—5 Loth Kupfer auf die

Mark, von welchem es durch Saigerung oder Abtreiben oder, was am vortheilhaftesten ist, durch Affiniren befreit wird.

c) Amalgamation des Kupfersteins. Wenn Kupfererze so viel Silber enthalten, dass sich dessen Ausbringung lohnt, so wird zunächst ein Kupferstein aus ihnen geschmolzen, der Kupfer, Eisen, Silber und geringe Mengen anderer Metalle, sämmtlich in Verbindung mit Schwefel, enthält, und dieser behufs der Silberscheidung der Amalgamation unterworfen, welches Verfahren neuer und vortheilhafter als das ältere der Saigerung ist. Der mehrmals geröstete Kupferstein wird gepocht, gesiebt, und nach dem Feinmahlen auf Flammheerden geröstet, wodurch eine Oxydation der Metalle bewirkt wird. Der Schwefel geht dabei theils als schweflige Säure fort, theils wird er zu Schwefelsäure, die sich mit den Oxyden des Eisens und Kupfers verbindet. Die geröstete Masse wird nun mit $\frac{1}{2}$ Kalksteinpulver und fast ebensoviele Kochsalz innig gemengt und mit Wasser angerührt. Die Kalkerde nimmt die Schwefelsäure auf, Kohlensäure entweicht, und ein noch unzersetzter Theil des schwefelsauren Kupferoxyds zerlegt sich mit dem Kochsalz in Kupferchlorid und schwefelsaures Natron. Nach dem Trocknen wird das Ganze fein gemahlen und geröstet, wobei das Kupferchlorid an das Silber sein Chlor abgibt, und das Kupfer sich oxydirt. Die geröstete Masse wird wieder fein gemahlen und dann mit Wasser, Eisenstücken und Quecksilber auf Amalgamirtonnen gebracht, die um ihre Axe gedreht werden. Es findet darin der nämliche chemische Vorgang statt, der schon unter b) bei Beschreibung des Freiburger Amalgamationsverfahrens angegeben ist; das erzeugte Amalgam wird durch Auspressen vom Quecksilber getrennt und dann ausgeglüht. — Aus dem breiartigen Rückstand in den Tonnen werden noch zwei Produkte gewonnen. Nachdem sich Gyps, Kupfer- und Eisenoxyd darin abgesetzt haben, zieht man die darüber stehende Flüssigkeit, die eine Auflösung von Glaubersalz und etwas Kochsalz ist, ab, und stellt Glaubersalz daraus dar. Die Oxyde aber werden mit Thon zu sogenannten Schmelzkuchen geknetet, die nach dem Trocknen mit Schlacken und Flussspath in einem Hohofen niedergeschmolzen werden, und ein gutes Schwarzkupfer bedeckt von Dünstein und Schlacken geben.

II. Amalgamation des Goldes.

Die der Amalgamation unterworfenen Golderze enthalten das Gold gediegen, fein vertheilt in Sand oder in Schwefelkies, Brauneisenstein u. s. w. Da sich Gold sehr leicht in Quecksilber auflöst, so ist der Process ein sehr einfacher. Der Sand wird gewaschen, um das meiste der erdigen Theile fortzuführen; die Kiese zerpocht und geröstet, um sie locker zu machen und dann gemahlen. Nach dieser Vorbereitung übergießt man die Masse mit Quecksilber, und reibt sie in Schalen oder stehenden Cylindern (Goldmühlen) mit demselben, bis man alles Gold aufgelöst glaubt. Das Amalgam wird dann abgelassen, durch Pressen in einem Lederbeutel vom überschüssigen Quecksilber befreit, und durch eine absteigende Destillation, wie beim Silber, das Quecksilber verflüchtigt.

B.

Amanitin wird von Letellier der feuerbeständigere Stoff von zweien in den giftigen Agaricusarten genannt, denen er die giftige Wirksamkeit zuschreibt, von denen er aber keinen isolirt dargestellt hat. (Mag. der Pharm. XVI. p. 137.) M.

Amausen sind Glasflüsse. s. diese.

Amausit, dichter Feldspath.

Amazonenstein, grüner Feldspath.

Amblygonit (*ἀμβλυγώνιος* stumpfwinklig) ein seltenes, grünlich weisses Mineral, zu Chursdorf in Sachsen im Granit vorkommend. Krystalle, 2gliedrige Säulen von $106^{\circ} 10'$, spec. Gew. 2,9—3,0, von Härte des Feldspaths. Besteht aus phosphorsaurer Lithion-Thonerde: $\dot{L}_2 \ddot{P} + \ddot{A}_4 \ddot{P}_3$ (Berzelius). B.

Ambra, ein Krankheitsprodukt des Pottfisches (*Physeter macrocephalus*), dessen eigentlicher Ursprung unbekannt ist; man hält sie für Harnsteine, Gallensteine, Darmsteine u. s. w., früher in der Arzneikunde angewendet, ist sie jetzt fast ganz daraus verbannt. Sie enthält eine grosse Menge gallenfettähnlichen Fetts (80—95 pCt.), ein flüchtiges Oel, welches sehr angenehm riecht. (Vergl. Proust: Gehlen's n. Journ. Bd. IV. p. 139. Bouillon-Lagrange: Ann. de Chim. XLVII. p. 73.) M.

Ambrafett, Ambrein, Ambrastoff. Durch Auskochen der Ambra mit Weingeist erhält man dieses Fett, welches beim Erkalten des Alkohols, dem Gallenfett ähnlich herauskrystallisirt. Wie dieses, ist es unverseifbar, schmilzt aber schon bei 36° , während das Gallenfett erst bei $137,5^{\circ}$ schmilzt. In Aether und fetten Oelen löst es sich; durch trockene Destillation wird es zerlegt. Mit Salpetersäure bildet es die Ambrafettsäure. Pelletier fand es bestehend aus 83,37 C; 43,32 H und 3,32 O (?). M.

Ambrafettsäure. Wird das Ambrafett mit Salpetersäure lange Zeit gekocht, so wandelt es sich in eine stickstoffhaltige Säure um, welche durch Bleioxyd von der anhängenden Salpetersäure befreit und in kochendem Weingeist umkrystallisirt wird. Sie schmilzt über 100° und liefert unkrystallisirbare Salze. Pelletier fand sie zusammengesetzt aus 51,96 C; 8,59 N; 7,07 H; 32,37 O. (?) Sie ist wenig untersucht. M.

Ameisenäther. $C_4 H_{10} O_1 + C_2 H_2 O_2 = 49,13 C; 8,02 H; 42,85 O.$ $\frac{1}{6} \dot{A} e \frac{1}{2} \ddot{F}$. Atgew. 933,50. Von Afzelius (Arridson) 1777 in Upsala entdeckt, von Buchholz und Gehlen genauer untersucht. Liebig bestimmte die Dichtigkeit des Dampfes, Marchand die procentische Zusammensetzung. (Journ. f. prakt. Chem. XVI. p. 430.)

Darstellung. Am bequemsten erhält man den Aether durch Destillation von 7 Th. trocknem ameisensaurem Natron, 9 Th. con-

centrirter Schwefelsäure und 6 Th. absolutem Weingeist. Schon bei der ersten Einwirkung bildet sich der Aether; die Mischung muss daher in der tubulirten Retorte vorgenommen, und das Destillat gut abgekühlt werden. Dieses wird mit verdünnter Kalilauge von der freien Säure und durch Chlorcalcium vom Wasser befreit. Wöhler destillirt 10 Th. Stärke mit 37 Th. feingeriebenem Braunstein, 30 Th. Schwefelsäure, 15 Th. Wasser, und 15 Th. Spiritus rectificatissimus, und behandelt das Destillat wie oben.

Eigenschaften. Eine farblose, stark und angenehm nach Pfirsichkernen riechende Flüssigkeit, zuerst nach Pfirsichkernen, dann stark nach Ameisen schmeckend. Spec. Gew. bei $+18^{\circ} = 0,9157$. Siedet unter 750^{mm} bei $+53,4^{\circ}$. 9 Th. Wasser lösen 1 Th. Aether auf, welcher darin nach und nach in Alkohol und Ameisensäure zerlegt wird. Mit Aether und Alkohol ist er in allen Verhältnissen mischbar; wird aus der letzten Auflösung durch Wasser gefällt. Spec. Gew. des Dampfes fand Liebig (Pogg. Ann. XVI. 170.) zu 2,593; nach der Berechnung beträgt er 2,57318.

Lässt man Chlor bei der gewöhnlichen Temperatur auf ihn einwirken, so wird erst nach 2 Stunden Chlorwasserstoffsäure entwickelt; nach langer Zeit wird ein öliges Produkt erhalten, welches durch Erhitzen, Waschen mit Wasser und Stehen im luftleeren Raum über Kalk und Schwefelsäure gereinigt, aus $C_4H_6Cl_2O + C_2H_2O_3$ besteht. Durch Destillation wird dieser Aether leicht zersetzt; Kalilauge bildet sehr leicht Chlorkalium, essigsaures und ameisenensaures Kali. (Mala-guti: Journ. f. prakt. Chem. XVIII. p. 52.) M.

Ameisenöl. Die Ameisen enthalten ein flüchtiges Oel, welches man mit Wasser von ihnen abdestilliren kann. Es ist farblos, von nicht scharfem Geschmack, an den der Ameisen erinnernd, nur in absolutem Alkohol auflöslich. Marggraf bemerkte es schon. Durch Auspressen des Rückstandes erhält man ein röthliches, fettes, verseifbares, in der Kälte hart werdendes Oel. M.

Ameisenöl, künstliches. Bei der Bereitung der künstlichen Ameisensäure aus Zucker, Schwefelsäure und Braunstein bemerkte Döbereiner eine eigenthümliche ölige Substanz, welche er künstliches Ameisenöl nannte. (Ann. der Pharm. III. p. 141.) Stenhouse fand, dass man es constant und in Menge erhält, wenn man gleiche Gewichte Weizenmehl, Schwefelsäure und Wasser destillirt, das Destillat auf die fast verkohlte Masse zurückgiesst, und nun nahe bis zur Trockne destillirt. Das Destillat wird mit Kalk gesättigt, $\frac{1}{2}$ davon abdestillirt, über Chlorcalcium getrocknet und noch einigemal destillirt, bis es wasserfrei ist. 12 Pfund Mehl geben 1 Unze Oel. Das frische Oel ist farblos, wird an der Luft braunroth, riecht durchdringend, dem Cassienöl ähnlich. Es entzündet sich leicht, und brennt mit stark russender Flamme. Spec. Gew. 1,1006; siedet bei $168^{\circ} C$. Es ist leicht löslich in Wasser, noch leichter in Alkohol und Aether. Kalium entwickelt Wasserstoff daraus. Salpetersäure, Schwefelsäure, Jod, Salzsäure, Kali zersetzen es leicht. Es besteht aus 62,94 C; 4,11 H; 32,95 O oder $C_5H_4O_2$, enthält also H und O im

Verhältniss, wie das Wasser. (Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. XXXV. p. 301.) M.

Ameisensäure. In den Ameisen und einer grossen Anzahl anderer Insekten findet sich eine eigenthümliche, flüchtige Säure, welche zuerst von Fischer bemerkt, später von Marggraf und von Afzelius sorgfältiger untersucht wurde. Fourcroy und Vauquelin, welche in ihrem Bestreben, die chemischen Verbindungen so weit als möglich zu beschränken, oft etwas zu weit gingen, erklärten sie für ein Gemisch von Essigsäure und Aepfelsäure. Süßerssen und Gehlen wiesen zuerst ihre Eigenthümlichkeit mit Sicherheit nach. Uebrigens findet sie sich in den Ameisen meist mit Aepfelsäure zusammen. Sie tritt auch im Maikäfer, Mistkäfer, Nasenhornkäfer u. a. m. auf, und kommt selbst in der Pflanzenwelt fertig gebildet im Terpenthin vor. Döbereiner bemerkte zuerst ihre Entstehung auf künstlichem Wege, indem er Schwefelsäure mit Braunstein und Weinsteinsäure destillirte. Seitdem hat man die Säure durch unzählige Zersetzungsprocesse von organischen Verbindungen erhalten, z. B. durch Destillation eines Gemisches von verdünnter Schwefelsäure mit Braunstein und Zucker, Milchsücker, Stärke, Holz, Althawurzel, Schleimsäure, Alkohol, Blutfaserstoff; durch Kochen von verdünnter Schwefelsäure und saurem chromsaurem Kali, mit Salicin, Alkohol; von Glycerin mit Salzsäure und Braunstein; von Traubenzucker mit Bleisuperoxyd; von Thein mit Baryt (Mulder); durch Erhitzen von Kalium, Natrium, fein zertheiltem Eisen mit Weinsteinsäure (Artus: Journ. f. prakt. Chem. XII. 251.); durch Zusammenreiben von Weinsäure mit Mennige, durch Erhitzen von Kleesäurehydrat, wobei Ameisensäure und Wasser entsteht, durch Zersetzung der Blausäure mittelst Salzsäure, oder des Cyankaliums durch Kalihydrat; (zugleich bildet sich Ammoniak) u. s. f. Aus den Ameisen erhält man sie am besten durch Destillation derselben mit Wasser. Es geht eine sehr verdünnte Säure über, welche durch Bleioxyd gebunden werden kann. Am besten erhält man sie auf künstlichem Wege nach der Vorschrift von Emmet (Journ. f. prakt. Chem. XII. 120.) welche durch Erdmann geprüft und bestätigt worden ist. Emmet fand, dass bei der Döbereinerschen Methode der Braunstein nicht nur unnütz ist, sondern sogar schädlich wirkt, man lässt denselben daher fort, und destillirt aus einer nicht sehr geräumigen Blase, da das Gemenge nicht steigt. Man röstet schwach Roggen, bringt ihn in eine Retorte, und setzt gleiche Theile Wasser und Schwefelsäure hinzu, lässt das Gemenge bei sehr gelinder Hitze einige Stunden stehen, giesst sodann noch einmal so viel Wasser hinzu und destillirt jetzt ein Viertel bis ein Drittel ab; die übergelassene Flüssigkeit ist durch etwas ätherisches Oel weisslich gefärbt. Durch Schütteln mit etwas Aether kann diess sehr leicht entfernt werden. Die saure Flüssigkeit wird mit basisch essigsäurem Bleioxyd vermischt; nach einigen Minuten fällt ein krystallinisch nadelförmiges Salz zu Boden, ameisen-saures Bleioxyd. Dieses wird abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet, gerieben und in der Wärme durch trocknes Schwefelwasserstoffgas in einer weiten Glasröhre zerlegt; die Säure destillirt über und wird durch gelindes Aufkochen von dem anhängenden Schwefelwasserstoff-

gas befreit; Schwefelblei bleibt in der Röhre zurück. Die Säure bildet sodann eine farblose, schwach rauchende Flüssigkeit von starkem Geruch; sie krystallisirt bei -1° in breiten Blättern, welche bei $+1^{\circ}$ schmelzen. Bei 99° siedet sie, ihr Dampf brennt wie Weingeist; spec. Gew. der Flüssigkeit bei 12° ist 1,2353. Sie ist äusserst ätzend, und kommt darin der Flusssäure nahe. Mit Wasser mischt sie sich ohne Erwärmung und erhält dadurch ein geringeres spec. Gew. — Berzelius hat sie zuerst analysirt; sie besteht aus $C_2H_2O_3 + Aq$ und enthält im wasserhaltigen Zustande 19,46 pCt. *Aq.* Mit Basen vereinigt, verliert sie diess eine Atom Wasser und besteht in den Salzen aus $C_2H_2O_3$. Die meisten dieser Salze sind wasserfrei; das Kupferoxydsalz enthält jedoch 4 At., das Natronsalz und Zinkoxydsalz jedes 2 At. *Aq.* Das Ammoniaksalz zerfällt, in einer Retorte rasch erhitzt, völlig in Blausäure und in Wasser. Die Silberoxyd-, Quecksilberoxydul- und Oxydsalze zerlegen sich leicht bei Kochen der Auflösungen, indem sich die Metalle unter Entwicklung von Wasser, Kohlensäure und Ameisensäure niederschlagen. Auch Platinchlorid und Goldchlorid werden durch ameisensaure Salze reducirt. Man hat diese Eigenschaft angewendet, um die Gegenwart der Ameisensäure zu entdecken, und auch um Gold aus seinen Auflösungen zu gewinnen. (Morin: Journ. de Pharm. 1840. 101.) Quecksilberchlorid wird in Chlorür verwandelt, indem man es längere Zeit mit ameisensaurem Natron bei gelinder Wärme stehen lässt.

Man kann die Ameisensäure betrachten als eine Verbindung von $C_2O_3 + H_2$ (Loewig) oder als $C_2H_2O + O_2$ (Laurent), oder am wahrscheinlichsten als eine Oxydationsstufe eines Radikals C_2H_2 , welches den Namen Formyl erhalten hat. Die Bildung derselben aus dem Chloroform u. s. w. macht diess sehr wahrscheinlich. Vergl. Formyl.

M.

Ameisenspiritus. Durch Destillation von 2 Th. Ameisen, 4 Th. Weingeist von 40° und 4 Th. Wasser, bis 4 Th. übergegangen sind, erhält man diess pharmaceutische Präparat, welches auch als Hausmittel bei Verstauchungen u. s. w. gebraucht wird, und das ausser Alkohol etwas Ameisensäure und Ameisenöl enthält.

M.

Amethyst, die violblaue Varietät des Bergkrystalls (Kieselsäure), bisweilen grau, selten rosenroth. Er ist häufig krystallisirt, in Drusen, doch meist ohne Ausbildung der Säulenflächen. Charakteristisch ist die stenglige, keilförmige Absonderung, zuweilen mit Zeichnungen farbiger Streifen. Er findet sich in Drusenräumen der Mandelsteine, auf Erz und Quarzgängen, und als Geschiebe im aufgeschwemmten Land, so namentlich in Ceylon, woher die schönsten kommen; ausserdem liefern Brasilien und Sibirien werthvolle Amethyste. Er ist ein geschätzter Edelstein, aus dem die Alten Becher und Vasen schliften, und als Amulet gegen die Trunkenheit trugen, wesshalb sie ihm den Namen *ἀμέθυστος* gaben, d. h. nicht trunken. Gegenwärtig legt man den blassen eine blaue Folie unter, giebt den gefleckten viele Flächen, oder glüht sie vorsichtig in einem Tiegel zwischen Sand, wodurch sie indess bei langem und starkem Glühen ihre Farbe ganz verlieren und dem Goldtopas ähnlich werden.

Manche Krystalle umschliessen bewegliche Wassertropfen, andere nadelförmige Krystalle von Manganit, Haaramethyst. Der Amethyst wird oft durch Glasflüsse nachgemacht, die von Mangan gefärbt sind, dem auch der ächte seine Farbe verdankt. Die geringe Härte unterscheidet indess immer den Glasfluss vom eigentlichen Amethyst.

Der orientalische Amethyst ist violblauer Korund oder Sapphir. B.

Amiant, die langfasrige Varietät des Asbest. Der Name stammt aus dem Griechischen: *ἀμιαντος*, flecklos, soll andeuten, dass die Substanz durch Feuer gereinigt werden könne. B.

Amid. Eine hypothetische Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, welche aus N_2H_4 bestehen würde. Die Verbindungen desselben mit anderen Stoffen werden Amidide genannt. So kann man das Ammoniak als das Wasserstoffamidid betrachten. $N_2H_4 + H_2$. Zuerst wurden Verbindungen dieser Art von Thénard, Gay-Lussac und H. Davy bemerkt, indem sie Ammoniak über Kalium und Natrium in der Hitze leiteten. Sie fanden dabei, dass Kalium in eine graue krystallinische Masse verwandelt wurde, indem aus dem Ammoniak $2H$ entwickelt wurde, also in der metallischen Verbindung $K + N_2H_4$ enthalten seyen. Man ist erst später auf die wirkliche Constitution dieser Körper aufmerksam geworden, nachdem Dumas gefunden hatte, dass sich bei der Destillation des oxalsauren Ammoniaks ein Körper bildete, welcher aus $C_2O_2 + N_2H_4$ bestünde, also aus Oxalsäure und Ammoniak zusammengesetzt sey, dem die Elemente des Wassers fehlten $C_2O_2 + O, N_2H_4 + H_2$. Man hat seitdem eine grosse Anzahl solcher Verbindungen aufgefunden, u. A. das Benzamid, Aetheroxamid, das Carbamid, Bisuccinamid u. s. w. Auch unter den anorganischen Verbindungen sind Amidide aufgefunden worden, welche zum Theil schon lange bekannt waren, über deren Zusammensetzung erst Kane zuerst die richtigen Aufschlüsse gab; es sind diess vorzüglich die Doppelverbindungen von Metallamididen. Namentlich war es der sogenannte Mercurius praecip. alb., welcher nach Kane Quecksilberamidid mit Quecksilberchlorid ist. $HgN_2H_4 + HgCl_2$. Ann. de Chim. et de Phys. Bd. LXXII. p. 337.

Man hat auch eine Anzahl von Körpern zu den Amidin zählen wollen, welche nicht dazu gehören. So suchte Dumas den Harnstoff als Carbamid zu betrachten, doch wurde durch Regnault das wahre Carbamid aufgefunden; Pelouze suchte das Asparagin gleichfalls als ein Amid anzusehen, doch scheinen in diesem die Elemente des Ammoniaks vorhanden zu sein.

Die Amidverbindungen entwickeln Ammoniak, wenn sie mit Kalilösung gekocht werden, indem sich dann Säuren bilden, unter Sauerstoffaufnahme, welche sich mit dem Alkali verbinden, und der Wasserstoff dazu verwendet wird, das Amid in Ammoniak umzuwandeln. Vergl. die Art. Ammoniak und Imid. M.

Amidin. Caventou nannte sein reines Stärkemehl Amidin. Saussure gab diesen Namen dem getrockneten Auszug aus altem Stärkekleister. Vergl. Stärke. M.

Amidon, syn. mit Amylum und Stärke. Vergl. dieses. M.

Amidongummi. Wird Stärke geröstet, so bildet sich eine künstliche Gummiart, welche diesen Namen besitzt. Vergl. Stärkengummi. M.

Amidonzucker. Durch Kochen von Stärke mit verdünnter Schwefelsäure wird dieser Zucker gebildet. Vgl. Stärkezucker. M.

Amilen. Das Fuselöl der Kartoffeln stellt eine dem Alkohol in chemischer Beziehung ganz ähnliche Verbindung dar, welche aus $C_{10}H_{24}O_2$ besteht. Dumas fand schon eine grosse Analogie zwischen beiden Körpern, welche durch die Untersuchungen von Cahours (Journ. f. prakt. Chem. XVII. p. 213. und ibid. XXII. p. 171.) vollständig nachgewiesen wurde. Wie den Alkohol betrachten die französischen Chemiker auch diesen Körper als das Bihydrat eines Kohlenwasserstoffs $C_{10}H_{20}$, welcher dem Elayl (ölbildenden Gase) analog seyn würde.

Das Amilen erhält man durch Destillation von Fuselöl mit wasserfreier Phosphorsäure; das Destillat wird noch einige Male über wasserfreie Phosphorsäure, und zuletzt für sich destillirt. Es stellt eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit von aromatischem Geruch dar, ist ölig, leichter als Wasser, siedet bei $160^\circ C$. Es hat dieselbe Zusammensetzung wie das Methylen, das ölbildende Gas, aber eine andere Dichtigkeit; sein spec. Gew. in Dampfform ist 4,904 (gef. 5,061), daraus folgt $C_{20}H_{40}$, wenn eine Condensation auf $\frac{1}{2}$ angenommen wird; wahrscheinlicher ist wohl $C_{10}H_{20}$.

Das Amilen geht Verbindungen mit der Chlor-, Brom- und Jodwasserstoffsäure ein. Diese sind farblos, flüchtig und werden durch Kali und Natron nur langsam zerlegt. Sie bestehen aus $C_{10}H_{20} + Cl_2H_2$ u. s. w.

Wird das chlorwasserstoffsäure Amilen mit Chlor behandelt, so wird nicht aller Wasserstoff ausgetrieben, sondern man erhält eine Verbindung von $C_{10}H_6Cl_5$ oder $C_{10}H_4Cl_6 + Cl_2H_2$. Es gelingt nicht, den Chlorkohlenstoff $C_{10}Cl_4$ zu erhalten.

Wird das Fuselöl mit 2 Th. essigsaurem Kali und 1 Th. Schwefelsäure destillirt, so erhält man das essigsaure Amilen als eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, bei 125° siedend. Sie besteht aus $C_{14}H_{28}O_4$ oder $C_{10}H_{20} + C_4H_8O_3 + H_2O$; es ist also die Verbindung von Essigsäure mit dem Amilenäther $C_{10}H_{22}O$; die französischen Chemiker pflegen indessen dergleichen Verbindungen, wie auch Aethoxydsalze, als wasserhaltige Zusammensetzungen eines Kohlenwasserstoffs zu betrachten. Durch Behandlung dieser Verbindung mit Chlor erhält man selbst nach sehr langer Einwirkung nur $C_{14}H_{24}Cl_4O_4$. Vergl. Cahours: Journ. f. prakt. Chem. T. XVII. p. 213. T. XXII. p. 171. M.

Amilenaldehyd. Bei der Einwirkung des Kali's auf Kartoffelfuselöl entsteht unter Wasserstoffentwicklung Valerianasäure, jedoch vorher vermuthlich in Verbindung mit Kali ein intermediäres

Produkt, der Amilenaldehyd = $C_{10}H_{20}O_2$. (Dumas, Stas) Journ. f. prakt. Chem. XXI. p. 278. M.

Amilenschwefelsäure. Vermischt man Fuselöl mit Schwefelsäure, so wird das Gemenge braun, und es bildet sich eine neue Säure, welche der Aetherschwefelsäure analog aus $SO_3, H_2O + SO_3, C_{10}H_{20}, H_2O$ besteht. Wir betrachten sie gleich dieser als $2SO_3 + C_{10}H_{20}O + H_2O$. Beim Sättigen mit Basen wird das eine At. Wasser ausgetrieben. Das Kalisalz ist in Wasser und Alkohol leicht löslich; es enthält kein Krystallwasser, ebenso wie das ätherschwefelsaure Kali. Das Barytsalz ist gleichfalls in Wasser und Alkohol löslich, fast gar nicht in Aether. Es enthält 1 At. Krystallwasser, welches leicht abgegeben wird. Das Kalksalz ist leicht in Wasser löslich, in kaltem mehr als in heissem, bitter schmeckend und durch Hitze leicht zersetzbar; es enthält 1 At. Wasser. Das Bleioxydsalz krystallisirt, ist aber ausserordentlich leicht zersetzbar: schon in Wasser gelöst bei der gewöhnlichen Temperatur augenblicklich durch Sieden der Lösung. Es enthält gleichfalls 1 At. Wasser. Die übrigen Salze sind alle in Wasser leicht löslich, und krystallisiren fast alle. Cahours: Journ. f. prakt. Chem. XVII. 216. M.

Amilenverbindungen. Eine den Verbindungen des Elayls entsprechende Reihe von Körpern, welche sich auf das Amilen ($C_{10}H_{20}$) zurückführen lassen, kann man entwerfen, welche wir hier neben einander stellen wollen:

Elayl (ölbild. Gas)	C_4H_8	Amilen	$C_{10}H_{20}$ $C_{10}H_{22}O$ (unbekannt).
Aether	$C_4H_{10}O$	Amilenäther	$C_{10}H_{22}O$
Alkohol	$C_4H_{10}O + H_2O$	Fuselöl der Kartoffeln	$C_{10}H_{22}O$ $+ H_2O$.
Chlorwasserstoffäther	C_4H_9Cl	Chlorwasserstoffamilen	$C_{10}H_{21}Cl$
Bromwasserstoffäther	C_4H_9Br	Bromwasserstoffamilen	$C_{10}H_{21}Br$
Jodwasserstoffäther	C_4H_9J	Jodwasserstoffamilen	$C_{10}H_{21}J$
Aetherschwefelsäure	C_4H_9O $+ 2SO_3$	Amilenschwefelsäure	$C_{10}H_{21}O$ $+ 2SO_3$.
Aetherschwefels. Baryt	C_4H_9O $+ 2SO_3 + BaO$	Amilenschwefels. Baryt	$C_{10}H_{21}O$ $+ 2SO_3 + BaO$.
Essigäther	C_4H_9O $C_4H_8O_2$	Essigsäures Amilen	$C_{10}H_{21}O$ $C_4H_8O_2$.
Gechlort. Essigäther	$C_4H_8Cl_2O$ $C_4H_8O_3$	Gechlortes Amilen	$C_{10}H_{19}Cl_2O$ $C_4H_8O_3$.
Aldehyd	$C_4H_8O_2$	Amilenaldehyd	$C_{10}H_{20}O_2$
Essigsäure	$C_4H_8O_4$	Valerianasäure	$C_{10}H_{20}O_4$
Wasserfreie Essigsäure	$C_4H_6O_3$	Wasserfr. Valerianas.	$C_{10}H_{18}O_3$
Chloressigsäure	$C_4Cl_6O_3$	Chlorvaleriansäure	$C_{10}H_{17}Cl_6O_3$
		Chlorvalerossäure	$C_{10}H_{16}Cl_8O_3$.

Es ist ohne Zweifel richtiger, die Amilenverbindungen auf solche zurückzuführen, welche sich an ein Radikal Amyl anschliessen. $C_{10}H_{22}$, entsprechend dem Aethyl C_4H_{10} , so dass der Amilenäther (in der Schwefelsäureverbindung u. s. w.) als Amyloxyd $C_{10}H_{23}O$ und nicht als Amilenhydrat betrachtet werden müsste. Vergl. Fuselöl der Kartoffeln und Valerianasäure. M.

Ammelid. Melam, Melamin, Ammelin werden in heisser, concentrirter Schwefelsäure aufgelöst, wobei sich Ammoniak und die neue Verbindung, Ammelid, bilden. Weingeist oder kohlen-saure Alkalien schlagen das Ammelid aus der Auflösung nieder. Es ist ein glänzend weisses Pulver, welches unlöslich in Wasser, leicht löslich in Säuren und im Kali und Natron ist. Die Verbindungen mit Säuren werden durch Wasser zerlegt. Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure verändern es nicht in der Hitze. Tröcken erhitzt giebt es Cyansäurehydrat, unter Sublimation einer krystallinischen Substanz. Der citrongelbe Rückstand liefert beim Glühen Stickstoff und Cyangas. Beim Schmelzen mit Kali wird Ammoniak und Cyansäure gebildet. J. Liebig, welcher die Verbindung entdeckte, fand sie bestehend aus 27,5 C; 47,9 N; 3,6 H und 21,0 O. Die Formel $C_6H_2N_2O_3$, welche er daraus ableitet, stimmt nicht damit überein und hat auch viel Unwahrscheinliches. Pogg. Ann. Bd. XXXIV. p. 597. M.

Ammelin. Kocht man Melam mehrere Tage hindurch mit Kalilauge, so zerlegt es sich unter Ammoniakentwicklung in Melamin und Ammelin. Durch Sättigung mit Essigsäure wird diess niedergeschlagen. Auch durch Kochen von Melam mit verdünnter Schwefel- oder Chlorwasserstoffsäure und Fällung der Flüssigkeit durch kohlen-saures Natron wird Ammelin erhalten. In Salpetersäure gelöst, wird es mehrmals als salpetersaures Salz umkrystallisirt, und dann aus der sauren Flüssigkeit durch kohlen-saure Alkalien niedergeschlagen. Es stellt ein weisses, krystallinisches, glänzendes Pulver dar, welches unlöslich in Wasser, Aether und Weingeist, leicht löslich in verdünnten Säuren und ätzenden Alkalien ist. Mit verdünnter Säure geht es krystallisirbare Verbindungen ein, durch concentrirte wird es unter Ammoniakabgabe und Wasseraufnahme in Ammelid verwandelt. Es besteht nach Liebig, der es entdeckt hat, aus $C_6H_{10}N_{10}O_3$ oder 28,55 C; 3,88 H; 55,11 N; 12,46 O. Vergl. Pogg. Ann. XXXIV. 594. M.

Ammolin. Eine der vier künstlich erzeugten Basen, welche Unverdorben in dem Dippelschen Oele aufgefunden hat. (Siehe dieses). Man gewinnt es am besten aus dem Oleum cornu cervi, welches man mit verdünnter Schwefelsäure übersättigt; die wässrige Lösung wird mit $\frac{1}{2}$ Salpetersäure versetzt und abgedampft. Der Rückstand wird in Wasser gelöst, fast völlig mit kohlen-saurem Kali gesättigt und destillirt. Der Rückstand enthält schwefelsaures Ammoniak und Ammolin; man sättigt ihn durch Kali, wobei sich ein braunes Oel abscheidet, welches durch Kochen vom Ammoniak und Brandöl befreit wird. Es stellt dann eine farblose, ölige Flüssigkeit dar, welche schwerer als Wasser ist, einen sehr hohen Siedepunkt besitzt, und stark alkalisch reagirt. In 40 Theilen heissem, in 200 Theilen kaltem Wasser ist es auflöslich. Ammoniak wird durch das Ammolin aus den Salzen ausgetrieben. Es bildet keine krystallisirbare Verbindungen. Chlor zerlegt es in Ammoniak (bildet Salmiak), Animin und Fuscin. Zusammensetzung ist nicht bekannt. Unverdorben in Pogg. Ann. Bd. XI. p. 64. M.

Ammoniak,

2 At. Stickstoff	177,036	82,54	1 Vol.	0,976 spec. Gew.
6 - Wasserstoff	37,438	17,46	3 -	0,206 -
2 At.	NH ₃ 214,474	100,00	verdicht. zu 2 Vol.	0,591 spec. Gew.

wurde erst im vorigen Jahrhundert vom kohlen-sauren Ammoniak unterschieden, und Scheele zeigte zuerst, dass es in Stickstoff und Wasserstoff zerlegbar sey. Wegen seiner Aehnlichkeit mit Kali und Natron wird es zu den Alkalien gezählt, und flüchtiges Alkali genannt, obgleich es kein Oxyd ist. In der Natur kommt es isolirt nicht vor, wenigstens nicht in grösserer Menge, es befindet sich aber, mit Chlorwasserstoff verbunden (Salmiak), unter den vulkanischen Sublimationen, mit Kohlensäure unter den Zersetzungsprodukten bei der Fäulniss und trocknen Destillation organischer stickstoffhaltiger Körper. Es ist in den Ausdünstungen mancher Thiere und Pflanzen enthalten, z. B. der Pferde, des Chenopodium foetidum etc., und entsteht, wenn ein Metall, welches fähig ist, das Wasser zu zersetzen, in verdünnter Salpetersäure aufgelöst wird. Das Wasser giebt hierbei den Wasserstoff, die Salpetersäure den Stickstoff her. Wenn eisenhaltiger, gebrannter Thon an der Luft liegt, so wird ebenfalls eine Ammoniakentwicklung beobachtet, selbst in ungebranntem eine schwache. Es scheint hier das Eisenoxydul Wasser zu zerlegen, dessen Sauerstoff es aufnimmt, während der frei gewordene Wasserstoff sich mit dem Stickstoff der Luft zu Ammoniak vereinigt. Auf diese Weise erklärt man auch das in Eisenrost und Eisenerzen bemerkte Ammoniak.

Darstellung. 1 Th. Salmiak, Chlorammonium (NH₄Cl) wird mit 2 Th. gebranntem Kalk, Calciumoxyd (CaO) gemengt und erwärmt. Das Chlor geht an das Calcium, der Sauerstoff an einen Theil des Wasserstoffs aus dem Ammonium giebt Wasser (H₂O) damit, und Ammoniak (NH₃) entweicht gasförmig. Will man es auffangen, so darf diess nicht über Wasser geschehen, weil es von diesem in grosser Menge absorbiert wird, sondern über Quecksilber.

Eigenschaften. Farbloses Gas, von eigenthümlichem durchdringendem Geruch. An der Luft ist es schwer zu verbrennen, in Sauerstoff aber verbrennt es und giebt Wasser und Stickstoff. Bei - 40° C. oder unter einem Druck von sieben Atmosphären bei 10° C. wird es zu einer farblosen Flüssigkeit von 0,76 spec. Gew. Es bläut geröthetes Lackmuspapier, und verhält sich in jeder Beziehung wie eine Basis. Chlor und Ammoniakgas zusammengebracht, entzünden sich: ein Th. Ammoniak wird zerlegt in Stickgas und Wasserstoff, welches mit dem Ammoniak zu Ammonium und dieses mit dem Chlor zu Salmiak sich verbindet. In starker Glühhitze, so wie durch elektrische Funken wird es in seine Bestandtheile unter Verdoppelung seines Volumens zerlegt.

1 Maas Wasser löst bei 0° 670 M. Ammoniakgas, und nimmt davon Geruch und einen brennenden Geschmack an, Salmiakgeist (Liquor ammoniaci caustici). Eine concentrirte Auflösung enthält dem Gewichte nach 32 pCt. Ammoniak, ihr spec. Gew. ist 0,872. An der Luft und beim Kochen entweicht Ammoniak, der Siedepunkt, welcher niedriger liegt, als beim Wasser, und das spec. Gew. steigen dadurch. Wegen der grösseren Bequemlichkeit bedient man sich des

flüssigen Ammoniak in allen Fällen, wo das Wasser nicht die beabsichtigten Wirkungen stört.

Verbindungen von trockenem Ammoniak mit wasserfreier Schwefelsäure und schwefliger Säure hat H. Rose dargestellt. Um Verwechslungen mit den entsprechenden wasserhaltigen Ammoniaksalzen zu vermeiden; nennt er sie Sulphammon und Sulphitammon. (Pogg. Ann. XLVII. p. 475. und XLIX. p. 183.)

Auch viele wasserfreie Sauerstoffsalze und Chlormetalle absorbiren Ammoniak in bestimmten Portionen, z. B. schwefelsaures Silberoxyd, Manganoxydul, Zinkoxyd, salpetersaures Silberoxyd, Chlorcalcium, Chlorstrontium und viele andere, aber nicht Chlorbarium und Chlornatrium. Das Ammoniak verhält sich darin analog dem Wasser und entweicht aus diesen Verbindungen schon beim Liegen an der Luft, aus allen aber bei mässigem Erwärmen, mit Ausnahme von Quecksilberchlorid, mit dem es eine merkwürdige Zersetzung eingeht (s. Chlorquecksilber) und Quecksilberbromid. (Pogg. Ann. XX. 147. 164; XXIV. 145. 298.)

Merkwürdig ist das Verhalten des Ammoniaks gegen einige Metalle. Kalium und Natrium darin bis zum Schmelzen erhitzt, bewirken eine eigenthümliche Zersetzung, es entsteht Amid (s. dieses), das mit den Metallen verbunden bleibt. Leitet man über glühenden Eisen- oder Kupferdrath trocknes Ammoniakgas, so nimmt der Drath Stickstoff auf, wird schwerer, spröde, krystallinisch und specifisch leichter. Wasserstoffgas nimmt in der Glühhitze den Stickstoff wieder auf und giebt Ammoniak damit. Ammoniak und seine Verbindungen als Amide zu betrachten, hat Kane durchgeführt in Pogg. Ann. XLIV. p. 462. B.

Ammoniaksalze sind meist in Wasser auflöslich. Man entdeckt das Ammoniak in ihnen durch den Ammoniakgeruch, der beim Mischen mit kaustischen Alkalien oder alkalischen Erden entsteht. Mit Platinchlorid geben sie einen gelben Niederschlag, Platinsalmiak. Kohlensaures Ammoniak wird in der Hitze ohne Zersetzung verflüchtigt, ebenso die Ammoniaksalze, welche Wasserstoffsäuren enthalten. Aus Salzen mit feuerfesten Säuren, wie Phosphorsäure, Borsäure wird das Ammoniak in der Hitze ausgetrieben; andere, wie das schwefelsaure, salpetersaure Ammoniak werden auf andere Weise zersetzt.

Wenn Ammoniaksalze krystallisiren, so nehmen sie dabei mindestens 1 At. Wasser HO auf, ohne welches sie nicht existiren können. Man kann sich nun vorstellen, dass die Bestandtheile des Wassers anders vertheilt sind, nämlich der Wasserstoff desselben H sich mit dem Ammoniak NH_3 zu Ammonium NH_4 verbindet, und der Sauerstoff mit diesem zu Ammoniumoxyd $= NH_4 + O$. Tritt Ammoniak mit einer Wasserstoffsäure z. B. Chlorwasserstoffsäure HCl zusammen, so kann man wieder annehmen, es gehe der Wasserstoff der Säure an das Ammoniak, und das entstandene Ammonium wird mit dem Chlor zu Chlorammonium. Durch diese Betrachtungsweise werden die Ammoniaksalze den übrigen Sauerstoffsalzen ähnlich. — Ueber die wasserfreien Ammoniaksalze s. Ammoniak unter Verbind. B.

Ammoniakharz, der eingedickte Saft von *Dorema armeniacum* (Don), gelbe, röthliche, weisse Klumpen bildend; widrig knoblauchartig riechend; süsslich schmeckend; in der Wärme weich, in der Kälte pulverisirbar. Braconnot und Buchholz fanden darin 70—72 pCt. eines leicht schmelzbaren, geschmacklosen Harzes, welches durch Aether in zwei verschiedene zerlegt wird, die in Oelen, Schwefelsäure und Alkalien löslich sind; 18—22 pCt. eines bitteren, sonst dem Arabin sehr ähnlichen Gummis; 2—4 pCt. Schleim, etwas ätherisches Oel, welches sich durch Wasser daraus abdestilliren lässt, und Wasser. Verunreinigt wird es oft durch Sägespähne und Sand. Es wird in der Pharmacie benutzt. M.

Ammoniakseife. Durch Behandlung von Fett mit Aetzammoniak wird eine unvollständige Verseifung nach sehr langer Zeit hervorgerufen; direkte Verbindung der Fettsäure mit Ammoniak geht schnell vor sich. Chevreul erhielt nach 14 Monaten aus Schweineschmalz und Ammoniak $1\frac{1}{3}$ verseiftes Fett und Glycerin. (Sur les corps gras d'origine animal. p. 362.) Das Mengen von Oel und Aetzammoniak giebt das sogenannte Linimentum ammoniatum, (pharm. Bor.), welches keine eigentliche Seife ist. Vergl. Seife. M.

Ammoniakweinstein, weinsteinsaures Kali-Ammoniak, tartarus solubilis ammoniatus. Wird gereinigter Weinstein (saurer weinsteinsaures Kali) durch Ammoniak oder kohlenensaures Ammoniak neutralisirt und abgedampft, so erhält man das Doppelsalz in vierseitigen Säulen, welche an der Luft mit der Zeit etwas undurchsichtig werden, und in 2 Th. kaltem Wasser löslich sind. Sie verlieren an der Luft nach und nach ihren Ammoniakgehalt; sie bestehen aus 21,9 Kali, 7,9 Ammoniak, 61,8 Weinsäure und 8,4 Wasser oder $\bar{T}\bar{K} + \bar{T}\bar{N}_3\bar{H}_9 + \bar{A}q$. M.

Ammonium, eine Verbindung von Ammoniak mit Wasserstoff, welche man noch nicht isolirt hat darstellen können. Sie verhält sich wie ein Metall, da sie mit den Salzbildern Salze, mit Sauerstoff eine Salzbasis (s. Ammoniaksalze), und mit Quecksilber ein Amalgam giebt. Dieses erhält man, wenn man in eine Vertiefung auf einem Stück Salmiak einen Tropfen Quecksilber schüttet, und den — Pol einer Volta'schen Säule in das Quecksilber, den + Pol aber daneben in den befeuchteten Salmiak steckt. Das Quecksilber schwillt bald zu dem 5—6fachen Volumen auf, und wird in ein graues, steifes, metallglänzendes Amalgam verwandelt. Bringt man dasselbe aus dem Wirkungskreis der Säule, so zerlegt es sich nach den sorgfältigsten Versuchen in 2 Vol. Ammoniak und 1 Vol. Wasserstoff, woraus sich die Formel $H_3N + H = H_4N$ ergibt. In sehr niedriger Temperatur, in welcher Kohlensäure fest ist, zerlegt sich das Amalgam nicht. (Schönbein). B.

Amniossäure, syn. mit Allantoissäure, welche jetzt durch Liebig und Wöhler den Namen Allantoïn erhalten hat. Fourcroy und Vauquelin glaubten das Allantoïn aus der amnischen Flüssigkeit geschieden zu haben. M.

Amnische Flüssigkeit. Der Säugethierfötus ist von einem Sacke, dem Amnium umgeben, in welchem sich eine Flüssigkeit, das Kindeswasser, Amn. Fl., befindet. Frommherz, Gugert, Prout, Lassaigue und zuletzt Vogt haben die chemischen Bestandtheile derselben bestimmt. Der letztere hat zwei Flüssigkeiten untersucht, die eine war vom (menschlichen) Fötus, der 3½, die andere von einem, der 6 Monate alt war. Das spec. Gew. jener war 1,0182, das dieser 1,0092. Er fand in der ersteren Wasser 979,45; Alkohol-extract mit milchsaurem Natron 3,69; Kochsalz 5,95; Eiweiss 10,77; schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerde (Verlust) 0,14. In der zweiten wurde gefunden: Wasser 990,29; Alkoholextract mit milchsaurem Natron 0,34; Kochsalz 2,40; Eiweiss 6,67; schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerde 0,30. Es scheint also, als ob das vorschreitende Leben die Flüssigkeit mehr und mehr der festen Bestandtheile beraubte. Die darin schwimmenden Flocken fand Lassaigue aus Eiweiss mit oxalsaurem Kalk bestehend. Vergl. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1837. p. 69. M.

Amorphismus, Gestaltlosigkeit, Structurlosigkeit. Gewisse Körper zeigen sich entweder krystallisirt, oder ohne alle Spur einer bestimmten Anordnung, Structur ihrer Theile, sie sind in ihrer ganzen Masse homogen, und in diesem Zustande nennt man sie amorph. Sie haben dabei gewöhnlich einen muschligen Bruch wie das Glas, welches selbst in die Klasse der amorphen Körper gehört, denn bei sehr langsamem Erkalten krystallisirt es, und wird steinähnlich. Ferner die glasige arsenige Säure, welche unter Lichtentwicklung in den krystallisirten Zustand übergeführt werden kann. Das durch Schwefelwasserstoff aus einer Sublimatsolution gefällte Schwefelquecksilber ist schwarz und amorph, das durch Sublimation erhaltene krystallinisch. Wird es nach starkem Erhitzen in kaltes Wasser geschüttet, so wird es schwarz, das schwarze nach dem Schmelzen bei langsamem Erkalten wieder roth. Ein ähnlicher Unterschied existirt zwischen dem durch Schwefelwasserstoff gefällten rothbraunen Schwefelantimon und dem in der Natur vorkommenden Grauspiessglanzerz. Schmilzt man dieses, und taucht es schnell in kaltes Wasser, so wird es ein amorphes, rothbraunes Pulver. Das amorphe Schwefelantimon aber wird wieder krystallinisch, wenn man es schmilzt und langsam erkalten lässt. Der geschmolzene glasige Zucker ist amorph, und wenn er in den krystallisirten Zustand übergeht, so entwickelt er dabei eine beträchtliche Wärme. Lässt man den geschmolzenen Zucker bis auf 38° C. erkalten, und zieht die zähe Masse oft und rasch in Fäden aus, so steigt die Temperatur bis auf 80°, und der Zucker wird beim Abkühlen körnig. Vielleicht unterscheiden sich alle Körper in dem amorphen und krystallisirten Zustande durch die verschiedene Menge der gebundenen Wärme. In allen diesen Fällen ändert sich auch das spec. Gew. s. Dimorphismus. B.

Ampelin. In dem Oele, welches die bituminösen Schiefer bei der Destillation liefern, sind verschiedene Kohlenwasserstoffe enthalten, welche man zum Theil durch fractionirte Destillation trennen kann. Der zwischen 200—280° übergehende Theil wird wiederholt mit

10*

Schwefelsäure geschüttelt, sodann mit Kali gewaschen, und endlich in 10—20 Th. heissem Wasser gelöst. Einige Tropfen Schwefelsäure scheiden es daraus ab. Es bildet ein fast farbloses Oel, welches in Alkohol, Aether und Wasser auflöslich ist; bei -20° ist es noch nicht fest. Aus den Auflosungen wird es durch Säuren abgeschieden; kaustische und kohlen-saure Alkalien trüben dasselbe, in der Wärme klärt sich jedoch die Flüssigkeit wieder. Salpetersäure greift es stark an; es bildet sich Oxalsäure. Durch Destillation wird das Ampelin zerlegt. Vergl. Laurent: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XI. p. 421. M.

Ampelinsäure. Wird das Schieferöl, welches zwischen 80° und 150° übergegangen ist, mit starker Salpetersäure destillirt, so setzen sich weisse Flocken beim Erkalten des Rückstandes ab, welche man trocknet und destillirt. Das Uebergehende ist die reine Ampelinsäure; sie ist farb- und geruchlos; fast unlöslich in kaltem Wasser, wenig in heissem, sehr gut in Alkohol und Aether; sie schmilzt bei 260° , darüber sublimirt sie unverändert. Salpetersäure verändert sie nicht, Schwefelsäure löst sie auf, und Wasser fällt sie aus der Lösung wieder. Ihre Zusammensetzung ist nicht bekannt. Laurent im Journ. f. prakt. Chem. XI. p. 421. M.

Amphibol s. Hornblende.

Amphidsalz s. Salze.

Amphigen s. Leucit.

Amygdalin. Boutron-Charlard und Robiquet entdeckten in den bitteren Mandeln eine eigenthümliche Verbindung, welche das Bittermandelöl erzeugt. (Ann. de Chim. et de Phys. T. XLIV. p. 359.), und von der sie zeigten, dass sie nicht mehr aus den Mandeln gewonnen werden könne, wenn diese vom Bittermandelöl befreit seyen, und ebenso, dass kein Bittermandelöl erhalten werde, wenn sie daraus vorher entfernt sey. Die Untersuchung der französischen Chemiker hat einige andere von Liebig und Wöhler über denselben Körper zur Folge gehabt, welche unsere Kenntnisse in dieser Beziehung sehr erweitert haben. (Vergl. Ann. der Pharm. XXII. p. 1. Trommsdorff, Darstellung desselben *ibid.* Bd. XXVIII. p. 227. Bette: *ibid.* Bd. XXXII. p. 211.) — Die sehr fein gestossenen Mandeln werden zur Entfernung des fetten Oels zwischen warmen Eisenplatten stark ausgepresst; der Rückstand wird mit kochendem Alkohol von 93—94 pCt. behandelt, so lange noch etwas aufgenommen wird; die Flüssigkeiten werden vereinigt und im Wasserbade bis zur Syrupsdicke eingedampft. Durch einen Zusatz von Hefe versetzt man den darin enthaltenen Zucker in Gährung, filtrirt, wenn sie beendet ist, und dampft wiederum im Wasserbade ein. Der Rückstand wird mit Alkohol von 94 pCt. vermischt, wobei sich das Amygdalin als ein weisses Pulver niederschlägt. Durch Auspressen und wiederholtes Umkrystallisiren erhält man es rein. Die Ausbeute beträgt ungefähr 2—4 pCt. von den angewendeten Mandeln. — Es krystallisirt in glänzenden Blättchen oder kurzen Nadeln, dem Leucin ähnlich sehend,

die ohne Geruch, aber von bitterem, mandelartigem Geschmack sind. Es ist nicht flüchtig, schmilzt nicht in der Hitze, sondern bläht sich auf, und hinterlässt unter Ausstossen eines caramelähnlichen Geruches eine schwammige Kohle. Kalter Alkohol löst es fast gar nicht, ($\frac{1}{3}$), kochender löst es leicht. Wasser nimmt es sehr leicht auf; mit diesem verbindet es sich in zwei Verhältnissen; aus der Auflösung krystallisirt es mit 10,57 pCt. Wasser, welche es bei 120° völlig abgibt; im trocknen Raume über Schwefelsäure verliert es jedoch nur 3,52 pCt. = $\frac{1}{3}$. Eine kochende Lösung in 80procentigem Alkohol lässt diese letzte Verbindung beim Erkalten herauskrystallisiren. Trocknes Chlorgas reagirt nicht auf das Amygdalin; feuchtes verwandelt es in eine weisse, pulverige, in Wasser und Alkohol unlösliche, noch nicht näher untersuchte Masse. Mit Salpetersäure destillirt, liefert es Benzoësäure und Bittermandelöl; mit Mangansuperoxyd und verdünnter Schwefelsäure bildet sich Ameisensäure, Benzoësäure, Kohlensäure, $\frac{2}{3}$ Bittermandelöl und Ammoniak. Durch übermangansaures Kali wird es in cyansaures und benzoësaures Kali umgeändert. Beim Kochen mit kaustischen Alkalien wird unter Ammoniakentwicklung die Amygdalinsäure gebildet. Höchst merkwürdig ist die Zerlegung, welche das Amygdalin durch die wässrige Emulsinlösung erleidet, indem es dadurch in Bittermandelöl und Blausäure verwandelt wird. Vergl. Bittermandelöl. Die Zusammensetzung des Amygdalin ist von Liebig und Wöhler ausgemittelt; sie fanden das wasserfreie bestehend aus: $C_{40}H_{52}N_2O_{22}$ oder 52,98 C; 5,83 H; 3,07 N; 38,12 O. Atgew. 5771,46. Die Verbindungen mit Wasser enthalten 6 At. und 4 At.

Winckler und Simon haben ein ähnliches, nicht krystallisirbares Amygdalin in den Blättern des Kirschlorbeers aufgefunden, welches Winckler amorphes Amygdalin genannt hat. In seinen Eigenschaften ist es dem wirklichen Amygdalin sehr ähnlich. Ich habe mich überzeugt, dass es auch Amygdalinsäure durch Kochen mit Baryterde liefert.

M.

Amygdalinsäure. Liebig und Wöhler haben wahrgenommen, dass beim Kochen des Amygdalins mit starken Basen aus diesem Ammoniak ausgetrieben, und es selbst in eine stickstofffreie Säure verwandelt wird. Am besten stellt man sie durch Sieden mit Barytwasser dar, welches man so lange unterhält, als noch Ammoniak entwickelt wird. Durch Schwefelsäure wird das Salz zersetzt. Die Säure trocknet zu einer angenehm sauer schmeckenden, spröden Masse ein; an feuchter Luft zerfließt sie, ist unlöslich in Alkohol und Aether. Salpetersäure, Mangansuperoxyd und verdünnte Schwefelsäure verwandeln sie in Ameisensäure, Kohlensäure und Bittermandelöl. Sie besteht aus $C_{40}H_{52}O_{24} + Aq$. Dies eine Atom Wasser wird durch Basen in den Salzen ersetzt.

M.

Amyloid. Schleiden und Vogel fanden in den Cotyledonen der *Schotia latifolia* und *speciosa*, von *Hymenaea Courbaril*, *Alcunna urens*, und einer *Tamarindus indica* eine stärkeähnliche Substanz, welche durch alkoholische Jodtinctur blau, durch wässrige indessen goldgelb gefärbt wird, auch löst sich der blaue Niederschlag in Wasser mit goldgelber Farbe. Mit Wasser bildet diese Substanz eine

Art Kleister, welcher indess nicht zur Gallert erstarrt. Vergl. Pogg. Ann. Bd. XLVI. p. 327. M.

Amylonsäure. Tünnermann erhielt durch Destillation von Stärkemehl, Braunstein und Chlorwasserstoffsäure eine flüchtige Säure, welche er für eigenthümlich hielt, welche aber nur Ameisensäure ist. M.

Amylum, syn. mit Stärke.

Analcim von *ανάκτις* kraftlos, in Bezug auf die schwache, beim Reiben erregte Elektrizität. Ein in regulären Formen, hauptsächlich Würfel und Vierundzwanzigflach, krystallisirendes Mineral, das selten auf Erzgängen, wie zu Andreasberg und Arendal, häufig aber mit anderen Zeolithen in den Höhlungen der Mandelsteine, Trachyte und anderer vulkanischer Steine sich findet, namentlich im böhmischen Mittelgebirge, in den Euganeen, auf den Faröern, Cyclopinenseln bei Messina, Vicenza, Seisser Alpe in Tyrol u. s. w. Analcim ist undeutlich spaltbar, farblos, weiss bis fleischroth. Spec. Gew. 2,2. Schmelzbar; Härte zwischen Apatit und Feldspath; ist kiesel-saure Natron-Thonerde mit Wasser nach der Formel $\text{Na}_3\text{Si}_2 + 3\text{AlSi}_2 + 6\text{H}$. — An durchsichtigen Krystallen hat Brewster gefunden, dass, wenn man sich durch die 12 Diagonalen des Würfels Ebenen gelegt denkt, in diesen keine doppelte Brechung und Polarisation statt findet. Fällt aber ein polarisirter Strahl in irgend einer anderen Richtung als in diesen Ebenen ein, so theilt er sich in zwei Büschel und giebt deutlich getrennte Bilder mit schönen Farben. B.

Analyse ist die chemische Untersuchung, durch welche ermittelt wird, welche Bestandtheile ein Körper enthält und in welcher Menge. Sie zerfällt demnach in eine qualitative und quantitative, von denen jene dieser vorangehen muss. Die grosse Verschiedenheit, welche in der Zusammensetzungsweise organischer und anorganischer Verbindungen stattfindet, erlaubt nicht, dass man die für die Untersuchung dieser beiden Klassen von Körpern erforderlichen Verfahrensweisen unter einen Gesichtspunkt stellen kann, sondern man ist genöthigt, von ganz abweichenden Principien dabei auszugehen, wesshalb man die Analyse organischer Verbindungen von der der unorganischen trennt. Ob aber eine Substanz hier oder dort hin gehört, ergiebt sich leicht, wenn man sie in einer Glasröhre, die an dem einen Ende zugeschmolzen ist, erhitzt; zeigt sich dabei eine Schwärzung, Verkohlung, Entwicklung brenzlicher Dämpfe, so ist sie organisch. Hat man ein Gemisch beider, so muss man die organischen Bestandtheile durch Glühen in einem offenen Platintiegel herausbrennen, und die Analyse der unorganischen besonders vornehmen, da die Einwirkung der Reagentien durch die Gegenwart organischer Stoffe verändert und das gefolgerte Resultat dadurch unsicher gemacht wird. Kennt man die Beschaffenheit des unorganischen Antheils im Gemisch, so lassen sich wohl Wege angeben, denselben ausser Einfluss auf

die organische Analyse zu stellen; ist er feuerbeständig, so behindert er dieselbe nicht. B.

Analyse, organische. Der Zweck der organischen Elementaranalyse ist, das Verhältniss kennen zu lernen, in welchem die Elemente in den organischen Körpern, durch welche sie gebildet werden, mit einander verbunden sind. Die gewöhnlichsten Elemente, welche wir zu bestimmen haben, sind: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, nur selten Stickstoff, noch seltener Schwefel und Phosphor. In Verbindungen, welche wir künstlich erzeugen, kommt noch Chlor, Jod und Brom vor. Von diesen letztern wird der Phosphor immer bestimmt, wie bei den anorganischen Analysen; der Schwefel gewöhnlich dadurch, dass man ihn durch Salpetersäure oder Königswasser in Schwefelsäure umwandelt; oft gelingt diess indess nicht; man mischt sodann die Substanz mit dem zehnfachen Gewichte von Salpeter und dem zwölffachen von trockenem kohlen saurem Kali sehr innig, und schmilzt die Masse in einem Platintiegel und verwandelt auf diese Weise den Schwefel in Schwefelsäure. Den niedergeschlagenen schwefelsauren Baryt muss man sehr sorgfältig auswaschen. Loewig hat für Flüssigkeiten und sehr flüchtige Substanzen, welche sich durch Salpetersäure nicht vollständig oxydiren lassen, eine andere Methode angegeben, die sehr zweckmässig ist. Die organische Verbindung wird auf den Boden einer 12—14 Zoll langen, unten zugeschmolzenen Glasröhre gebracht, wenn es eine Flüssigkeit ist, in ein Glaskügelchen eingeschlossen, sonst mit einem Gemenge von 2 Th. kohlen saurer Baryterde und 1 Th. Salpeter gemischt, die Glasröhre sodann mit demselben Gemenge angefüllt, dieses zum Glühen gebracht und die organische Substanz erhitzt, so dass die Dämpfe darüber fortstreichen. Der Schwefel geht in schwefelsaure Baryterde über, welche beim Auflösen des Gemenges in Säure unlöslich zurückbleibt. (Journ. f. prakt. Chem. Bd. XVIII. 128.)

Chlor, Jod und Brom pflegt man auf eine ähnliche Weise zu bestimmen, indem man statt jenes Gemenges reinen gebrannten Marmor anwendet, die geglühte Masse in Salpetersäure löst, von der ausgeschiedenen Kohle abfiltrirt, und mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt.

Von den übrigen Elementen kann der Sauerstoff nur schwierig direkt bestimmt werden, er wird desshalb meistens nicht bestimmt, und gewöhnlich aus dem Verlust berechnet, welcher sich bei der Bestimmung der anderen Bestandtheile ergibt. Ist dieser zu gering, z. B. 0,5 oder 0,7 pCt., selbst 1 pCt., so ist man gewöhnlich berechtigt, die Verbindung als sauerstofffrei zu betrachten. Den Kohlenstoff bestimmt man, indem man ihn in Kohlensäure verwandelt, und durch eine gewogene Menge flüssigen kaustischen Kali's absorbiren lässt; der Gewichtsüberschuss nach der Operation ergibt die Menge der gebildeten Kohlensäure; der Wasserstoff wird in Wasser verwandelt, und dieses durch Chlorcalcium aufgenommen, welches gleichfalls vor und nach dem Versuche gewogen wird. Ist Stickstoff in der Verbindung enthalten, so kann man entweder denselben für sich allein auffangen und das Gas unmittelbar dem Maasse nach bestimmen, woraus dann, mit Berücksichtigung der Temperatur, des Barometerstandes und endlich des Feuchtigkeitszustandes, das Gewicht des Gases be-

rechnet wird; (1000 Cubikcentimeter Stickstoff wiegen bei 758^{mm} Barometerstand und bei 0° C. und absolut trocken 1,2679 Grm.) oder der Stickstoff kann mit der sich bildenden Kohlensäure gemengt gemessen, und dann das Verhältniss beider Gasarten bestimmt werden. 100 Th. Kohlensäure entsprechen 27,2727 Kohlenstoff (das Atgew. der Kohle zu 75 angenommen), und 100 Th. Wasser entsprechen 11,1111 Th. Wasserstoff. (Vergl. Marchand's Berechnung der organ. Analysen.)

Die Umwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in Kohlensäure und Wasser geschieht am bequemsten durch Glühen eines Gemenges der organischen Verbindung mit Kupferoxyd in einem schwachen Strom von ganz reinem Sauerstoff. Ist Schwefel oder Brom in der Substanz enthalten, so nimmt man statt des Kupferoxyds chromsaures Bleioxyd, oder ein Gemenge von Kupferoxyd mit Bleioxyd; ist Arsenik ein Bestandtheil der Verbindung, so kann man Nickeloxyd anwenden (Bunsen). (Eine ausführliche Beschreibung des zweckmässigsten Apparats, s. Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXIII. und des Apparats für Bestimmung des Stickstoffs *ibid.* Bd. XIV. p. 206. Vergl. auch Mitscherlich: Lehrb. Aufl. 4. Bd. I. p. 125.) Ist die zu untersuchende Verbindung flüchtig, so kann man das spec. Gew. des Dampfes bestimmen, und daraus eine Controlle für die Richtigkeit der Analyse erhalten. Die Methode s. Mitscherlich's Lehrb. p. 34. und Liebig und Pogg. Wörterb. Bd. I. p. 395.)

Ist die Verbindung eine Säure, so bindet man sie an Basen und bestimmt aus der Zusammensetzung der Salze ihr Atgew.; ist sie eine Basis, so bindet man sie an Säuren, am besten an Chlorwasserstoffsäure. Oft gehen auch indifferente Stoffe Verbindungen mit Säuren (Chlor-, Jod-, Bromwasserstoffsäure) ein, oder auch mit Basen (Bleioxyd, Silberoxyd, Ammoniak, Baryterde u. s. w.) und können auf diese Weise auch leicht ihrem Atgew. nach bestimmt werden.

Vergl. über die Apparate und Methoden ausser an den a. O. noch Liebig in Pogg. Ann. Bd. XXI. p. 1. Handwörterbuch Bd. I. p. 357. Hess: Journ. f. prakt. Chem. Bd. XVII. p. 98. 399. Ueber Bestimmung des Wasserstoffs, Erdmann a. a. O. Bd. XIII. p. 424. Hess: *ibid.* p. 506. Marchand: *ibid.* p. 509. Bestimmung des Stickstoffs, Mulder: XV. p. 449. Vergl. ausserdem Berzelius: Lehrb. Bd. VII. p. 610. Jahresber. Bd. XIX. p. 333. Gay-Lussac und Thénard: Recherches physico-chimiques Bd. II. p. 263. Chevreul: Considérations générales sur l'analyse organique etc. 1824.; und Marchand: Anleitung zur Berechnung der organ. Analysen. 1841. M.

Analyse, unorganische. In den organischen Körpern sind es immer dieselben drei oder vier Elemente, aus welchen alle zusammengesetzt sind, so dass die Analyse dieser Verbindungen etwas sehr Uebereinstimmendes hat; das bei dem einen angewendete Verfahren kehrt bei allen wieder. Bei den unorganischen Stoffen ist diess nicht der Fall. Die Zahl der in ihre Verbindung eingehenden Elemente umfasst alle 55, von denen nicht selten eine weit grössere Anzahl in demselben Körper enthalten ist, als je bei einem organischen gefunden wird, und überdiess in verschiedenen Verbindungsstufen. Dadurch wird eine Anweisung zur unorganischen Analyse selbst schon in dem Fall ziemlich weitläufig, wenn man auch nur in die wichtigsten Ein-

zelheiten eingehen will, was aber hier mehr als irgendwo eine sehr fühlbar mangelhafte Darstellung sein würde. Ueberhaupt erfordert die Analyse neben umfassenden theoretischen Kenntnissen auch noch eine Menge praktischer Fertigkeiten, die der Anfänger viel besser und leichter unter Anleitung eines erfahrenen Chemikers im Laboratorium, als aus der besten schriftlichen erlernt; ein über alle Fälle Auskunft gebendes Werk wird aber seinen grossen und eigentlichen Nutzen erst in der Hand des Geübteren stiften. Das Nachfolgende hat daher nur den Zweck, die bei der Analyse leitende Idee anzugeben.

Sowohl zur qualitativen wie quantitativen Analyse muss der zu untersuchende Körper in Auflösung sich befinden; ehe man aber diese bewerkstelligt, untersucht man, ob er flüchtige Bestandtheile, namentlich Wasser enthält. Die nächste Operation ist also 1) die Austrocknung. Man erhitzt ihn in einer unten verschlossenen Röhre, worauf sich, wenn er wasserhaltig ist, in dem oberen Theile Wasserdämpfe condensiren. Man prüft diese mit Lackmuspapier: eine alkalische Reaction deutet auf Ammoniak, eine saure auf eine flüchtige Säure, wie Salzsäure, Fluorsäure. Das Wasser kann hygroskopisch oder chemisch gebundenes sein; im letzteren Fall steht seine Menge zu dem Körper in einem constanten Verhältniss, und geht meist erst bei einer den Siedepunkt des Wassers übersteigenden Temperatur fort, hygroskopisches bei niedrigerer. Bei der quantitativen Untersuchung findet man die Wassermenge durch den Gewichtsverlust, den ein Körper durch ein bis zum Glühen gesteigertes Erhitzen erfährt. Wenn dabei noch andere Substanzen, z. B. eine flüchtige Säure, entweichen, so muss man durch einen geeigneten Apparat diese besonders auffangen und wägen, und danach die Quantität des Wassers corrigiren.

Hierauf schreitet man 2) zur Auflösung. Man versucht zuerst Wasser, wenn diess nicht löst, Salzsäure, dann Königswasser, welches besonders für gewisse Erze ein zweckmässiges Auflösungsmittel ist, z. B. für Schwefelmetalle, Platinerze u. s. w. Ist eine Verbindung nur theilweise löslich, so behandelt man den löslichen und unlöslichen besonders. Die meisten Steine sind kiesel-saure Salze, und in Wasser und den genannten Säuren völlig unlöslich. Um diese in flüssige Form zu bringen, aufzuschliessen, werden sie fein gepulvert, mit dem 3-4fachen Gewicht von kohlen-saurem Kali oder Natron innig gemengt, und längere Zeit in einem Platintiegel geglüht. Die Kieselsäure vertreibt in der Glühhitze die Kohlensäure, nimmt das Alkali auf, und giebt mit demselben ein auflösliches Salz. Nach dem Erkalten löst man die Masse in verdünnter Salzsäure, die mit den Basen in Wasser lösliche Verbindungen eingeht, und die Kieselsäure in gallertartigem Zustande abscheidet. Man muss die Masse, welche etwas Kieselsäure gelöst enthält, behutsam eindampfen, mit Salzsäure befeuchten (um die etwa beim Abdampfen abgeschiedenen Basen aufzunehmen) und dann wieder im Wasser auflösen, worauf alle Kieselsäure zurückbleibt, die übrigen Bestandtheile aber aufgelöst sind.

Vermuthet man in einem in Säuren unlöslichen Mineral ein Alkali, und will die Gegenwart und Menge desselben bestimmen, so kann man es nicht mit kohlen-saurem Alkali aufschliessen, weil da-

durch ein unbestimmtes Quantum Kali oder Natron in die zu analysirende Masse gebracht wird. In diesem Fall muss man das gepulverte Mineral mit frisch bereiteter flüssiger concentrirter Flusssäure übergiessen. Die Kieselsäure giebt mit der Flusssäure entweichendes Fluorkieselgas, ein anderer Theil der Flusssäure verbindet sich mit den frei gewordenen Basen. Man versetzt hierauf die Masse mit Schwefelsäure, und giebt schwache Glühhitze, wodurch sowohl die Flusssäure, als auch die überschüssige Schwefelsäure ausgetrieben und alle Basen mit Schwefelsäure verbunden werden. Beim Auflösen der geglühten Masse mit Wasser befindet sich das Alkali in der Auflösung; Basen, die mit Schwefelsäure unauflösliche Salze geben, sowie noch etwas Kieselsäure bilden den Rückstand. Gewöhnlich schliesst man eine bestimmte Menge des Körpers zur Bestimmung des Alkali's nach dieser, zur Ermittlung der anderen Bestandtheile nach der ersten Methode auf. — Die wässrige Flusssäure, welche Berzelius zur Bestimmung des Alkali's eingeführt hat, verdrängt immer mehr die frühere Methode, der zufolge man die kieselsauren Verbindungen mit der 4—5fachen Menge salpetersaurem Baryt bei qualitativen, oder mit kohlsaurem Baryt bei quantitativen Analysen glüht, und damit wie nach der ersten Methode verfährt. Die Baryterde lässt sich durch Schwefelsäure vollständig ausfällen.

Einige kieselsaure Verbindungen z. B. der Zirkonerde werden weder durch kohlsaure Alkalien noch durch Flusssäure vollständig aufgeschlossen. In diesem Fall mengt und glüht man das Mineralpulver mit dem 5—6fachen Gewicht kaustischen Kali's in einem Silbertiegel so stark, als das Silber, ohne zu schmelzen, ertragen kann. Abich empfiehlt auch in diesem Fall das Aufschliessen mit kohlsaurem Baryt, da er in der Weissglühhitze alle Kohlsäure verliert, und die rückständige Baryterde eine sehr starke Basis ist. (Pogg. Ann. L. p. 126.) Die selbst durch Kalihydrat nur schwierig zu zersetzenden Aluminate lassen sich überaus schnell und vollständig durch Schmelzen mit doppelt schwefelsaurem Kali zerlegen. (H. Rose in Pogg. Ann. LI. p. 276.)

Die Verbindungen der Schwefelsäure mit Bleioxyd, Baryt-, Strontian- und Kalkerde, so wie Chlorsilber sind in Wasser und Säuren gar nicht oder schwer löslich. Glaubt man sie vor sich zu haben, so schmilzt man sie mit dem dreifachen Gewicht kohlsauren Natrons in einem Porzellantiegel, wobei die Schwefelsäure (Chlor) an das Natron geht. Man weicht die Masse nach dem Erkalten mit Wasser auf, und löst den aus kohlsaurem Baryt, Bleioxyd, Strontian oder Kalkerde bestehenden Rückstand in Salpetersäure.

Ist nun die Auflösung auf irgend eine der beschriebenen Weisen bewirkt, so erfolgt 3) die qualitative Untersuchung. Man bringt nach einander in die Auflösung Substanzen, Reagentien, welche die darin vermutheten Stoffe entweder isolirt oder in wohlbekannten Verbindungen abscheiden. In beiden Fällen ist ihre Gegenwart als erwiesen anzusehen. Man versucht aber mit den Reagentien nicht aufs Gerathewohl, sondern beobachtet dabei einen geregelten Gang, damit kein in der Flüssigkeit enthaltener Stoff unentdeckt bleibe. Man macht die Auflösung mit Salzsäure sauer, (sollte sich dabei ein Niederschlag bilden, so würde er von Silber, Quecksilber oder Blei herrühren),

und leitet Schwefelwasserstoffgas hinein, wodurch folgende Metalle als Schwefelmetalle gefällt werden:

A. Blei, Cadmium, Iridium, Kupfer, Osmium, Palladium, Quecksilber, Silber, Wismuth.

B. Antimon, Arsenik, Gold, Molybdän, Platin, Selen, Tellur, Zinn. Digerirt man den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak, so werden die unter B. aufgeführten Schwefelmetalle wieder aufgelöst, wodurch also eine weitere Trennung bewirkt ist. Solche Metalle, deren Verbindung mit Schwefel in Gegenwart einer Säure das Wasser zerlegt, können in einer sauren Auflösung nicht gefällt werden, weil sogleich nach erfolgter Fällung wieder Schwefelwasserstoff und ein Metallsalz sich bilden würden. Um solche Metalle zu entdecken, filtrirt man den durch Schwefelwasserstoff gebildeten Niederschlag, macht die Auflösung mit Ammoniak neutral und versetzt sie mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak, so werden gefällt:

A. Eisen, Kobalt, Mangan, Nickel, Uran, Zink als Schwefelmetalle.

B. Beryll-, Thon-, Ytter-, Zirkonerde, Ceroxydul, Chromoxyd, Tantal, Titansäure als Oxyde.

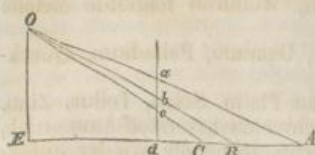
Filtrirt man wieder und kohlen-saures Natron bewirkt in der durch das Filtrum gegangenen Flüssigkeit einen Niederschlag, so kann derselbe herrühren von Baryt-, Strontian-, Kalk- und Talkerde, und in der Auflösung sind ausser dem zugesetzten Natron noch die Alkalien, wenn solche von Anfang an darin waren.

Wie hier die Basen in Gruppen getrennt sind, so besitzt man Mittel, innerhalb der Gruppen weiter zu trennen, falls mehrere Metalle durch eins der genannten Fällungsmittel niedergeschlagen wurden. Auch für die Säuren existiren bestimmte Reactionen, Kennzeichen, die bei jeder unorganischen Säure wie Basis im Werke unter den zugehörigen Salzen angegeben sind.

Nach Feststellung der in einer Verbindung enthaltenen Stoffe beginnt 4) die quantitative Untersuchung. Sie richtet sich nach der Natur der aufgefundenen Bestandtheile, und obwohl für die verschiedenen Klassen von Verbindungen bestimmte Methoden vorhanden sind, so ist ihre Zahl so ansehnlich und dabei immer noch der Beurtheilung des Analytikers so viel Spielraum gegeben, dass ein allgemeiner Gang für quantitative Analyse sich nicht geben lässt. Ueberdiess erfordert ihre gute Ausführung so viel Geschicklichkeit und Umsicht, wie sie nur nach langer Uebung erlangt werden können, und keiner Beschreibung fähig sind. Die Resultate der quantitativen Analyse aber geben allein einer Untersuchung ihren vollen Werth, und erst seitdem die dazu führenden Methoden den jetzigen hohen Grad von Vollkommenheit erlangt haben, hat die Chemie ihre bedeutendsten und erfreulichsten Fortschritte gemacht. Ausführliche und gründliche Belehrung über Analyse findet man in H. Rose's Handbuch der analytischen Chemie. 4te Aufl. Berzelius: Lehrb. d. Chem. Bd. X. Art. Analyse.

B.

Anamorphose nennt man die auf optischem Wege hervorbrachte Verwandlung einer nach einem bestimmten Gesetze verzerrt gezeichneten Figur in die unverzerrte Form.



Denken wir z. B. auf einem horizontalen Brett AE eine vertikale Wand EO mit einer kleinen Oeffnung O , und hinter E auf AE ein Papierblatt gelegt; ferner ebenfalls hinter B eine aufrecht stehende Figur $deba$ so, dass sie durch O hindurch deutlich gesehen werden kann.

Denken wir uns endlich von O aus durch jeden Punkt der Figur eine Gerade, welche das Papier auf AE treffe, und auf diesem Papier die Figur so gezeichnet, dass die Punkte A, B, C den zugehörigen Punkten a, b, c entsprechen; so sieht man durch O nach Hinwegnahme der Figur deren Bild auf dem Papier in derselben Form, in welcher vorhin die copirte Figur sich dem Auge darstellte.

Aehnliches lässt sich mit Hülfe von Spiegeln erzielen. Sieht man z. B. von irgend einem Punkt aus auf einen konischen oder cylindrischen Spiegel, der auf einer Zeichnung steht; so erhält das von dem Spiegel erzeugte Bild der Zeichnung eine ganz verzerrte Form, und es lässt sich umgekehrt die Zeichnung in solcher Weise verzerrt ausführen, dass das Bild regelmässig erscheint. Ueber die Art, wie solche Zeichnungen sich entwerfen lassen, findet man das Nöthige in Wolf's Elem. Catoptr. probl. 25—27., und Anamorphosis mechanica nova. Lips. 1714, in welcher letzten Schrift ein von Leupold zu diesem Zweck erfundenes Instrument beschrieben ist.

Statt eines Spiegels lässt sich ferner auch ein durchsichtiges vieleckiges Glas anwenden, wenn die verzerrte Figur, auf die man durch dasselbe hindurchsieht, nur in der entsprechend verzerrten Form gezeichnet ist. Ueber die Zeichnung solcher Bilder s. Wolf, Dioptr. probl. 25. R.

Anatas, die natürliche, in Quadratoctaëdern krystallisirende Titansäure. Der von ἀνάσσις, Höhe, herkommende Name soll an die hohen Octaëder erinnern. B.

Anatta, wenig gebräuchlicher Name von Orlean, s. d., statt dessen wird auch gebraucht: Achiati, Anotto, Attalo, Orenetto, Rucu, Roucou, Uruka, Terra Orellana u. a. m. M.

Anbeizen s. Beizen.

Anchusasäure, Alkannin. In der falschen Alkannawurzel (*Anchusa tinctoria*) hat John zuerst einen eigenthümlichen rothen Farbstoff dargestellt (dessen chem. Schr. IV. 84. Pseudalkannin), welchen Pelletier genauer untersucht hat. (Ann. de Chim. et de Phys. LI. p. 182.) Er fand, dass es eine Säure sey. Am bequemsten erhält man sie, wenn die Wurzel mit Aether ausgezogen, und dieser abdestillirt wird. — Sie stellt dann eine dunkelrothe, unkrystallinische Masse von harzigem Bruch dar, welche am Lichte unverändert bleibt. Bei 60° C. wird sie weich, kann, stärker erhitzt, sublimirt werden, indem sie sich in stechende, jodähnliche Dämpfe verwandelt, die sich in Flocken verdichten. — Sie ist unlöslich in Wasser, löslich in Al-

kohol, Aether, Terpenthinöl und fetten Oelen. Die Lösungen werden vom Licht verändert; Kochen mit Wasser (an der Luft?) verwandelt die rothe Farbe in Blau, dann in Grün. Chlor und Salpetersäure zersetzen den Stoff; diese liefert damit Oxalsäure und eine etwas bittere Substanz. Die Auflösung in Alkohol wird durch Chlorzinn carmoisinroth, von Bleiessig blau, von Eisensalzen violett, von Quecksilberchlor fleischfarben gefällt. Mit Kali, Natron, Ammoniak, Magnesia, Kalkerde, Baryterde, Strontianerde giebt die Säure blaue, in Alkohol, Aether und Wasser lösliche Salze. Pelletier fand sie zusammengesetzt aus $C_{17}H_{20}O_4$ oder 71,25 C; 6,84 H; 21,91 O. M.

Andalusit, ein in Andalusien (woher der Name), Tyrol, Sachsen (Penig), Schottland (Banffshire), Elba, Nordamerika (Maine) u. s. w. vorkommendes, in rhombischen Säulen von $91^{\circ}33'$ krystallisirtes Mineral. Grünlich, aschgrau, fleischroth, an den Kanten durchscheinend, härter als Quarz, unsmelzbar, spec. Gew. 3,1, ist basisch kiesel-saure Thonerde: Al_2Si_2 (Bunsen). — Der früher für ein eigenes Mineral gehaltene Chiasolith, welcher im Thonschiefer eingewachsen vorkommt zu Gefrees, in der Bretagne, Sierra Morena, ist nur eine Varietät des Andalusit. Die Krystalle desselben sind von röthlich oder graulich-weisser Farbe, und haben auf dem Querbruch die Diagonale der rhombischen Säule durch ein schwarzes Kreuz, von der einschliessenden Masse herrührend, bezeichnet. Die Aehnlichkeit dieser Zeichnung mit dem griechischen Buchstaben χ (chi), hat den Namen Chiasolith veranlasst. Häufig sind der Durchschnittspunkt und die Enden der das Kreuz bildenden Striche durch einen schwarzen Rhombus markirt. (Pogg. Ann. Bd. XLVII. p. 186.) B.

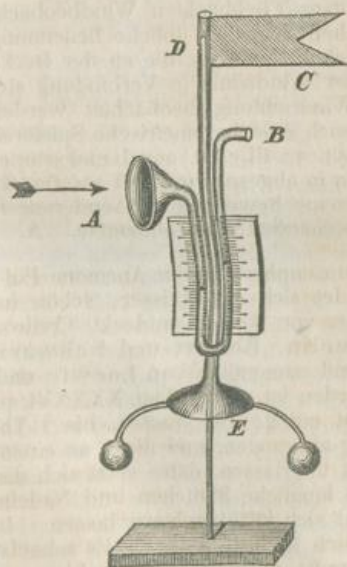
Andesit, eine die zahlreichen Vulkane der Anden bildende trachytähnliche, krystallinisch körnige Felsart, hauptsächlich aus Albit und etwas Hornblende bestehend. Der Name soll den Fundort andeuten. Nach Abich ist der bisher für Albit gehaltene Bestandtheil ein eigenthümliches labradorähnliches Mineral, das von ihm Andesin benannt, und nach der Formel $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{K}, \text{Na})_3\text{Si}_2 + 3(\text{Al}, \text{Fe})\text{Si}_2$ zusammengesetzt ist. (Pogg. LI. p. 523.) B.

Anemometer, ($\alpha\nu\epsilon\mu\omicron\sigma$ Wind, $\mu\epsilon\tau\epsilon\omicron\nu$ Maass). Windmesser nennt man diejenigen Beobachtungsinstrumente, durch welche man Richtung und Stärke des Windes erfährt. Wenn man bei der Richtung nur die horizontale Bewegung der Luft nach dem Azimuth bestimmen will, so dienen dazu Wetterfahnen. (s. d.) Für die Beobachtung der Neigung des Windes sind bis jetzt noch keine geeigneten Instrumente in allgemeinen Gebrauch gekommen, obwohl schon Benzenberg (Gilb. Ann. VIII. 241.) eine Verbindung der Inclinations- und Declinationsfahne vorschlug. Die flatternden Bänder der Mastwimpel zeigen aber deutlich an, dass der Wind nicht immer genau in horizontaler Richtung weht; sondern oft bedeutend schräg einschneidet. Mehr hat man sich mit Vorrichtungen beschäftigt, die Geschwindigkeit, d. i. die Stärke des Windes zu bestimmen. Diese haben vorzugsweise den Namen Anemometer erhalten. Man kann die

dahin gehörigen Instrumente nach dem in ihnen vorherrschenden Princip der Messung charakterisiren als 1) mechanische, 2) statische, 3) barometrische und 4) akustische. Zur ersten Klasse gehören alle diejenigen, bei denen die durch den Wind hervorgebrachte Bewegung gemessen und daraus die Geschwindigkeit desselben berechnet wird. Viele älteren Vorrichtungen von *Ons-en-bray*, (*Mémoire de l'acad. des sc. de Paris. 1734. p. 113.*), *Dinglinger* (*Leupold: theatr. mech. gen. §. 315.*), *Schober* (*Hamburg. Magazin. IX. 2tes und 3tes Stück*) und *Woltmann* gehören hieher. Eine Axe, die durch vier kleine verstellbare Windmühlflügel bewegt werden kann, liegt genau in einer Vorrichtung, die eine cardanische Aufhängung hat und durch eine daran befindliche Windfahne jedesmal so gestellt wird, dass die Axe in der Richtung des Windes liegt und die Flügel demselben entgegengekehrt sind. An der Axe befindet sich die Einrichtung einer Schraube ohne Ende, (s. d.), welche in den Umfang eines Stirnrades eingreift, und so auf ein einfaches leicht bewegliches Räder- und Zeigerwerk einwirkt. An diesem kann leicht die Zahl der durch den Wind in einer bestimmten Zeit hervorgebrachten Umläufe beobachtet werden. Manche Instrumente der Art hatten Uhrwerke und waren, wie das von *Ons-en-bray*, so künstlich eingerichtet, dass sie die Angaben der Umdrehungen wie der Windrichtungen selbst aufzeichneten. Andere waren mit kleinen Glöckchen versehen, die durch einen an dem Räderwerke befindlichen Hammer zum Tönen gebracht wurden, wenn eine bestimmte Anzahl von Umläufen beendet war. So konnten sie auch zur Nachtzeit beobachtet werden. Die Berechnung der Geschwindigkeit des Windes aus der Anzahl der Umdrehungen ist nicht leicht. Die vielfältigen Reibungen des Instrumentes, das dem Wetter ausgesetzt, auch so leicht seine Beweglichkeit verliert, machen die Angaben höchst unsicher. *Schober* versuchte diejenige Stellung der Flügel herauszubringen, bei welcher der Schwerpunkt derselben in seiner Kreisbewegung gleiche Geschwindigkeit mit dem auf sie einwirkenden Winde hat. Diess würde die Berechnung sehr vereinfachen. Man hat jedoch der oben angedeuteten Mängel wegen in neuester Zeit diese Art der Anemometer nicht vervollkommenet.

Bei der zweiten Art der Anemometer, deren Princip ein statisches ist, wird entweder ein bewegliches Pendel durch den Druck des Windes gehoben, oder eine Fläche, die dem Winde normal entgegensteht, gegen eine elastische Feder gedrückt. Im ersten Falle bestimmt die Grösse des Ausschlagswinkels den Druck des Windes, im letzteren die nach dem Gesetze der elastischen Wage (s. d.), bestimmte Kraft. Pendelanemometer sind von *Dalberg* (*Anemometre proposé aux amateurs de météorologie à Erfurth. 1781.*), von *Oertel* (*Gotha'sches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. VI. p. 89.*) als Verbesserung älterer Vorschläge der Art (*Philos. transact. XXIV. p. 444.*), in neuerer Zeit von *Schmidt* (*Pogg. Ann. XIV. 59.*) angegeben worden. Das sinnreich eingerichtete *Oertel'sche* Anemometer besteht in einer unter einer Windfahne angebrachten oblongen Blechplatte, die sich um eine horizontale Axe dreht und vom Winde gehoben, in ihrer höchsten Lage durch einen Sperrkegel festgehalten wird, der sich an einem Kreisbogen befindet, welcher

zugleich die Höhe des Elevationswinkels bestimmt. Auf diese Weise erhält man eine Bestimmung für den stärksten Windstoss während der Dauer der Beobachtung, aber nicht die mittlere Geschwindigkeit desselben; welche nur die oben beschriebenen Flügelwindmesser anzugeben geeignet sind. Das Instrument würde auch eine einfachere Berechnung zulassen, wenn statt des Oblongs eine an einer dünnen cylindrischen Stange befestigte Hohlkugel (wie Schmidt gethan), von vergoldetem Metall angewendet würde. Abänderungen solcher Pendelanemometer sind vielfach versucht, namentlich von Lomonossow, Zeiher u. A. Die Formeln für die Berechnung ergeben sich leicht aus der Theorie des Stosses und des Pendels. In neuester Zeit ist auch ein sich selbst registrirendes Anemometer von Osler angegeben worden. Was die elastischen Anemometer von Bouguer's Erfindung (Nollet: Art des exper. III. 12.) betrifft, so geben diese den Druck des Windstosses unmittelbar an. Eine Blechplatte, die immer eine vertikale Stellung behält, schiebt sich, vom Winde getrieben, wie ein Stempel in eine Röhre hinein, in deren Axe eine elastische Feder entgegen angebracht ist. Ein durch einen Schlitz der Röhre hindurchgehender Zeiger giebt jedesmal an, wie tief die Platte hineingedrückt worden. Durch Sperrkegel kann ebenfalls eine Arretirung hervorgebracht werden. Durch Versuche mit Gewichten ist die Scale regulirt; so dass die Grösse des Drucks auf die bekannte Fläche der Platte sich unmittelbar ablesen lässt.



Die barometrischen Anemometer, nach Lind's Angabe, geben die Windstärke durch den Unterschied des Drucks an, den eine zu beiden Seiten offene, mit Wasser gefüllte, ziemlich weite Barometer-röhre zeigt, auf deren eine Oeffnung A der Winddruck wirken kann, während die andere B geschützt ist. Die ganze Vorrichtung muss an eine Windfahne C angebracht sein, die auf einer durch die Axe der Röhre DE hindurchgehenden Spitze leicht beweglich ist. Die Unterschiede, die ein solches Instrument angiebt, sind nur gering, nicht viel über einen halben Zoll bei schon ziemlich starkem Winde. Die Anzeigen können durch eine geneigte Lage der Röhre BE, nach Robison's Vorschlag, grössere Genauigkeit erhalten.

Das akustische Anemometer ist zu genauen Messungen nicht anwendbar. Seiner Idee nach könnte es übrigens selbst die Windfahne ersetzen. Man denke sich an einer starken Stange in bedeutender Höhe in den Richtungen der einzelnen Striche der Windrose

Pfeifen, die auf verschiedene Töne gestimmt sind, in horizontaler Richtung angebracht und mit trichterförmigen Mundstücken versehen. Aus dem Ton, den man hört, könnte dann die Windrichtung entnommen werden. Befänden sich in der Richtung jedes Windstrichs mehrere Pfeifen, von denen die eine weniger leicht anspräche, als die andere, so könnte auch nach den Tönen eine gewisse Abstufung in der Stärke des Windes beobachtet werden. Die Angaben eines solchen Instrumentes werden aber zu unvollständig und zu unsicher sein, um daraus die wirklichen Messungen entnehmen zu können. Ein ganz zweckmässiges Anemometer ist daher noch immer ein desiderat in der Meteorologie. Diess ist indess um so weniger zu verwundern, als selbst die für einzelne Fälle der Beobachtung angegebenen Methoden viel Unsicherheit übrig lassen. Als einfach empfiehlt sich unter diesen die von Forbes (Kämtz Meteorologie), nach welcher aus bekannter Höhe eine nicht zu schwere Kugel herabfällt. Aus dem Abstände des Punktes, wo sie niederfällt von der Perpendikelprojection des Punktes von dem sie ausging, aus der Höhe dieses Punktes, aus der Geschwindigkeit des senkrechten Falles in der Luft, lässt sich dann die Parabel bestimmen, welche sie beschrieben hat (s. Fall), deren Parameter zu der Geschwindigkeit der ihr seitwärts mitgetheilten Bewegung in einfacher Beziehung steht, aus welcher sich die Stärke des Windes bestimmen lässt. A.

Anemoskop, (*άνεμος* Wind, *σκοπεῖν* beobachten) Windbeobachter, ist eine in einigen physikalischen Schriften übliche Benennung der Wetterfahne. (s. d.) Vorzüglich bedeutet es die an der Decke eines Zimmers angebrachte, mit einer Windfahne in Verbindung stehende Vorrichtung, an der die Windrichtung beobachtet werden konnte. Denselben Namen erhielt auch eine barometrische Spielerei, die Otto von Guericke (Experimenta nova. III. c. 20.) angab und semper vivum nannte. Ein kleines Püppchen in abgesperrter Luft auf Quecksilber schwimmend, welches durch seine Bewegung die Aenderungen des Luftdruckes, also oft den bevorstehenden Wind andeutete. A.

Anemon, Anemonin, Pulsatillencampher. In der Anemone Pulsatilla, pratensis und nemorosa findet sich ein weisser, schön in Blättern krystallisirbarer Stoff, welcher von Heyer entdeckt (Crelle's chem. Journ. II. p. 102.) von Vauquelin, Robert und Schwarz (Geiger's Mag. X. 193. XIX. 168.) und namentlich von Loewig und Weidmann genauer untersucht worden ist. (Pogg. Ann. XXXVI. p. 45.) Man destillirt das frische Kraut mit $2\frac{1}{2}$ Th. Wasser, bis 1 Th. übergegangen ist; von diesem wird $\frac{1}{4}$ abgezogen, und diess an einem kühlen Ort einige Wochen sich selbst überlassen, dabei setzt sich das Anemonin in Blättern ab. Es bildet längliche Blättchen und Nadeln, die schwerer als Wasser sind, und sich leicht pulvern lassen. In Wasser sehr wenig löslich, löst es sich leicht in Aether. Es schmilzt bei höherer Temperatur und verdampft; anfangs geschmacklos, erregt es auf der Zunge später ein mehrere Tage anhaltendes Brennen. Bei der Destillation in verschlossenem Gefässe zersetzt es sich; kochende Salpetersäure löst es anfangs unzersetzt auf, wenigstens theilweis, später wird Oxalsäure gebildet. Jod, Chlor und Brom ver-

ändern es nicht. Schwefelsäure löst es farblos und unverändert auf; in der Hitze wird es davon, auch von verdünnter zerlegt. Concentrirte Salzsäure löst es mit brauner Farbe; die mit Wasser verdünnte und abgedampfte Flüssigkeit giebt Ammoninsäure. Loewig und Weidmann fanden es zusammengesetzt aus C, H, O , oder 55,05 C; 3,85 H; 41,10 O.
M.

Angelicabalsam. In der Wurzel von *Angelica Archangelica* sind 6 pCt. eines durch Alkohol ausziehbaren Harzes enthalten, welches gereinigt werden kann, wenn man das alkoholische Extract mit Wasser auswäscht, und dann in Aether löst. Es ist braun, schmeckt bitter und gewürzhaft brennend. Es löst sich in Alkohol, Aether, Terpenthinöl, Mandelöl, Kalilauge, und giebt mit Ammoniak ein Liment; Schwefelsäure scheint es zu zersetzen. Vergl. Buchholz und Brandes in Trommsdorff N. Journ. I. p. 185.
M.

Angusturin, Galipein, Cusparin. In der ächten Angusturarinde (von *Cusparia febrifuga* oder *Galipea* off.) soll ein eigenthümlicher Stoff enthalten sein, welcher nicht mit dem Brucin oder Strychnin der falschen Angusturarinde verwechselt werden darf. s. Cusparin.
M.

Anhydrit (von *ἀνυδρος* dürr, wasserarm), die natürliche wasserfreie schwefelsaure Kalkerde.
B.

Anilin. $C_{12}N_2H_{10}$ = 77,63 C; 7,4 H; 14,97 N. Atgew. 1181,616. Von Unverdorben entdeckt und von Fritsche nach Indigo Anil benannt. *An*; $C_{12}H_8 + N_2H_6$.

Darstellung. Man löst fein gepulverten Indigo in einer sehr concentrirten Lauge von Aetzkali oder Natron auf, und erhitzt die so erhaltene braune Salzmasse, welche eine eigenthümliche Säure enthält. Unter starkem Aufblähen der Masse destillirt ein brauner, ölartiger Körper über, zugleich mit ammoniakhaltigem Wasser. Beim Umdestilliren geht eine farblose, ölige Flüssigkeit über, während ein braunes Harz zurückbleibt. Dieses Oel ist das Anilin.

Eigenschaften. Es ist eine künstlich erzeugte Salzbasis, dieselbe, welche Unverdorben vor langer Zeit schon unter dem Namen Krystallin beschrieben hat. (Pogg. Ann. VIII. 398.) Es enthält keinen Sauerstoff, liefert mit den Säuren gut krystallisirbare Salze. Es bildet eine farblose Flüssigkeit von 1,028 spec. Gew., bricht das Licht sehr stark, besitzt einen starken, aromatischen, unangenehmen Geruch; ist in Wasser wenig, leicht in Aether und Alkohol löslich. An der Luft wird es braun und verharzt sich. Es siedet bei $+228^\circ$. In der Siedehitze löst es Schwefel in grosser Menge auf, und setzt ihn beim Erkalten in Krystallen wieder ab. Jod wird unter starker Wärmeentwicklung aufgelöst, und diese Auflösung erstarrt zu einer weissen Salzmasse. Salpetersäure verwandelt es in einen blauen oder grünen Körper, welcher kein Indigo zu sein scheint. Chromsäure bringt einen charakteristisch dunkelgrünen oder schwarzblauen Niederschlag hervor, welcher Chromoxyd enthält. Uebermangansau-

res Kali und Anilinsalze zersetzen sich gegenseitig unter Abscheidung von Manganoxyd.

Verbindungen. Mit Sauerstoffsäuren vereinigt sich das Anilin unter Aufnahme von einem Atom Wasser; mit Wasserstoffsäuren indessen unmittelbar, und verhält sich hierin dem Ammoniak analog, von welchem es auch aus seinen Salzen ausgeschieden wird. Oxalsaures Anilin $C_{12}N_2H_{14} + C_2O_3 + H$, aus heissem Wasser in schönen Krystallen krystallisirbar, in Weingeist unlöslich. Chlorwasserstoffsäures Anilin. $C_{12}N_2H_{14} + ClH$ in Wasser leicht löslich.

Vergl. Journ. f. prakt. Chem. XX. 454. XXIII. 67.

M.

Anilsäure benennt Dumas die Indigosäure nach Indigo-Anil.

M.

Animcharz. Von Hymenaea Courbaril, einem in Brasilien wachsenden Baume. Blassgelbe Stücke mit glasigem Bruch und staubiger Oberfläche. Es enthält $\frac{1}{2}$ pCt. eines angenehm riechenden flüchtigen Oels, Animeöl, welches nach Marchand aus C_5H_8 besteht, kalter Alkohol löst es langsam und unvollständig auf. Wird der Rückstand in kochendem Alkohol aufgelöst, so scheidet sich beim Erkalten ein krystallisirtes Harz aus, welches Bonastre entdeckt hat. Es ist farblos und sublimirbar, daher von Bonastre sousresine genannt. Laurent hat dasselbe analysirt, und es aus $C_{16}H_{66}O = 8(C_5H_8) + H_2O$ zusammengesetzt gefunden, (Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. p. 315.) also isomerisch mit dem Elemis; vielleicht ist es dasselbe Harz? — Das Animcharz wird in der Pharmacie und zu Firnissen benutzt. M.

Animin. Eine der vier Salzbasen, welche Unverdorben in den brenzlichen Oelen aufgefunden hat, welche bei der Destillation thierischer Stoffe, Knochen u. s. w. erhalten werden. In dem öfter destillirten Oleum cornu cervi, welches den Namen Oleum animale Dippelii führt, sind die Basen enthalten, welche Unverdorben Odorin, Animin, Olanin und Ammolin genannt hat. Reichenbach bezweifelt wahrscheinlich mit Unrecht die Eigenthümlichkeit derselben, indem er glaubt, sie verdanken ihre Alkalität anhängendem Ammoniak. Ihre Darstellung und Trennung s. in dem Art. Dippelsches Oel. Das Animin ist eine ölartige, ziemlich schwer flüchtige Substanz von durchdringendem Geruch. In 20 Th. kaltem Wasser löst sie sich, bedarf mehr von heissem Wasser dazu; es trübt sich also die concentrirte kalte Auflösung in der Wärme, wie bei dem Coniin. Die wässrige Lösung bläut rothes Lackmuspapier. Es löst sich in Alkohol, Aether und Oelen in allen Verhältnissen. Die Salze krystallisiren nicht. Die mit flüchtigen Säuren lassen sich unverändert verflüchtigen, die mit fixen Säuren verlieren in der Wärme Animin, und bilden saure Salze. Unverdorben in Pogg. Ann. XI. 66.

M.

Anisöl. Aus dem Anis, dem Samen von Pimpinella Anisum, wird durch Destillation ein flüchtiges Oel gewonnen, das Anisöl, welches gelblich, dickflüssig, angenehm riechend, süß schmeckend, und neutral reagirend ist. Alkohol von 0,806 spec. Gew. löst es bei jeder Temperatur in jedem Verhältnisse auf; der von 0,84 nimmt bei 24° C.

nicht ganz die Hälfte seines Gewichts auf. Bei $15,5^{\circ}\text{C}$. trägt sein Dampf $1,5^{\text{mm}}$ Quecksilber. Es ist leichter als Wasser, doch wird sein spec. Gew. zwischen 0,979 und selbst 1,075 angegeben. Das letzte kann nur altes Oel gewesen sein. Ich fand das frische fast genau wie Martius 0,9785. In der Kälte (unter 11°C ., zuweilen schon bei 15°C .) scheidet sich aus dem flüssigen Oel, in breiten Blättern, ein festes Stearopten ab, welches das ganze Oel erstarren macht, aber meist nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ der ganzen Masse beträgt. Blanchet und Sell fanden manche Oelsorten nicht erstarrend, eine Eigenschaft, die auch altes Oel, welches Sauerstoff absorbiert hat, und dadurch gelblicher und dicker geworden ist, besitzt. Es absorbiert bei 25°C . 10 Maass Ammoniakgas, und unter Bräunung, ohne Bildung einer festen Verbindung, Chlorwasserstoffsäuregas. Salpetersäure verwandelt es in eine gelbe, sehr angenehm nach Heliotrop riechende Masse, und bildet bei stärkerer Einwirkung eigenthümliche Verbindungen. (s. die folgenden Art.) Schwefelsäure zersetzt es unter Bräunung. Blanchet und Sell haben das Gemisch des Stearoptens und Eläoptens analysirt. (Ann. der Pharm. VI. p. 283.) und es zusammengesetzt gefunden aus 81,35 C; 8,55 H; 10,10 O. Eine Formel darauf zu gründen, ist überflüssig, weil es keine feste Verbindung ist. Vielleicht ist das Eläopten ebenso zusammengesetzt, wie das Stearopten. Jenes ist nicht genauer studirt. Vergl. Dumas: Ann. de Chim. et de Phys. T. L. p. 234. M.

Anisoïn. Wird festes Anisstearopten mit englischer Schwefelsäure (Cahours) oder mit Zinnchlorid oder Antimonchlorür (Gerhardt) zusammengebracht, so bildet sich ein dem Stearopten isomerischer, fester, über 100°C . schmelzender Körper, welcher in Wasser unlöslich, schwer in Alkohol und leicht in Aether löslich ist; aus diesem wird er in Wäzchen erhalten. Auch wasserfreie Phosphorsäure bildet diesen Körper, welcher Anisoïn genannt ist. Journ. f. prakt. Chem. XXII. p. 59. M.

Anisstearopten, festes Anisöl. Um dieses ganz rein zu erhalten, wird das bis unter 0° erkaltete Oel zwischen Fliesspapier mehrere Male gepresst, und dann in starkem Alkohol (90 pCl.) öfters umkrystallisirt; durch wiederholtes Schmelzen wird der anhängende Weingeist abgesondert. Es besitzt sodann ein spec. Gew. von ungefähr 1,05, schmilzt bei $+16^{\circ}\text{C}$., siedet bei 220°C ., und verflüchtigt sich ohne Zersetzung. Das spec. Gew. des Dampfes fand Cahours 5,68, was 4 Vol. des Oels darstellt. Derselbe fand es zusammengesetzt aus $\text{C}_{22}\text{H}_{36}\text{O}_2$ oder 81,98 C; 8,08 H; 9,94 O. (C=75), was ziemlich nahe mit den von Blanchet und Sell gefundenen Zahlen übereinkommt. (Ann. der Pharm. VI. 288.) Mit Chlor und Brom behandelt, giebt es unter Chlor- und Bromwasserstofferzeugung $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{Cl}_6$ und $\text{C}_{22}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{Br}_6$, von denen die erstere Verbindung flüssig, die zweite fest ist, und krystallisirt erhalten werden kann. Verdünnte Salpetersäure von 20°B . bildet eine stickstofffreie Säure, die Anisäure, welche aus $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{O}_6$ besteht und krystallisirt erhalten werden kann. Das Silbersalz ist zusammengesetzt aus $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{AgO}$. Concentrirte Salpetersäure erzeugt eine stickstoffhaltige Säure, die Anissalpetersäure $\text{C}_{16}\text{H}_{12}(\text{N}_2\text{O}_4)\text{O}_6$, deren Silbersalz durch

$C_{10}H_{10}(N_2O_4)O_8 + AgO$ ausgedrückt wird. Diese Säuren, welche von Cahours (Journ. f. prakt. Chem. XXII. p. 59.) und von Weltzien (ibid. 197.) gleichzeitig aufgefunden worden sind, bilden mit Aether sehr schön krystallisirbare und flüchtige Aetherarten, und verhalten sich ähnlich wie Zimmtsäure und Zimmsalpetersäure. (s. d. Art.) Grothuss, welcher diese Säure schon bemerkt hat, erklärte sie, aus einem verzeihlichen Irrthum für Benzoësäure. — Englische Schwefelsäure, Zinnchlorid und Antimonchlorür geben Anisoïn (s. d.); wasserfreie oder rauchende Schwefelsäure im Ueberschusse löst das Anisöl auf, färbt es stark roth, und giebt an hinzugesetztes Wasser nicht alles Oel wieder ab. Man erhält eine der Benzoëschwefelsäure ähnliche Säure. — Wasserfreie Phosphorsäure scheidet keinen Kohlenwasserstoff ab, bildet aber Anisoïn. Das feste Oel des Sternanis und Fenchels haben dieselbe Zusammensetzung und zeigen ähnliche Verhältnisse. Vergl. Cahours a. a. O. Saussure hat gleichfalls eine Untersuchung über das feste Anisöl ausgeführt, da er es jedoch nur ausgepresst und nicht vollständig vom flüssigen befreit hat, so können wir seine Angabe übergehen. Er hat sie bekannt gemacht in den Ann. de Chim. et de Phys. XIII. p. 280. M.

Anitrohumussäure. Hermann (in Moskau) nennt die stickstofffreie Humussäure und das stickstofffreie Humin Anitrohumussäure und Anitrohumin. Vergl. die Art. Humin und Humus. Journ. f. prakt. Chem. XXII. p. 67. M.

Anker des Magnets s. Armirung.

Ankerit, in Steyermark Rohwand, Wandstein, eine Varietät des Dolomits, in welcher die kohlen saure Talkerde grösstentheils durch kohlen saures Eisenoxydul und Mangan oxydul vertreten ist. Graulich- oder röthlichweiss, durchscheinend. Zerspringt heftig in der Hitze, wird vor dem Löthrohre schwarz. Spec. Wärme nach Neumann 0,1963. Salzburg, Steyermark u. a. O. B.

Anlassen. Wenn Stahl gehärtet wird, so nimmt er dabei eine Sprödigkeit an, die ihn zu vielen Zwecken ungeeignet macht. Durch mässiges Erhitzen, Anlassen, nimmt man ihm in den Fällen, wo es mehr auf Zähigkeit als Härte ankommt, einen Theil dieser Sprödigkeit, doch verliert er dabei zugleich an Härte, und zwar desto mehr, je stärker man ihn erhitzt. Er oxydirt sich dabei oberflächlich, und zeigt eine von der Dicke der Oxydschicht abhängige Farbe, wozu man den Grad der ihm noch verbleibenden Härte beurtheilen kann. s. Stahl. B.

Anlaufen sagt man von Metallen, wenn sie sich mit einer Oxydecke überziehen, und ihren Metallglanz dadurch verlieren. Es geschieht diess bei allen unedlen Metallen an der Luft, theils schon bei gewöhnlicher Temperatur, theils erst in der Hitze. Das Anlaufen des Silbers rührt nicht von einer Oxydation her, sondern von einer Schwefelung durch das in geringer Menge oft in der Atmosphäre enthaltene Schwefelwasserstoffgas. B.

Anorthit, übereinstimmend mit Christianit und Daryt neapolitanischer Mineralogen, ist ein feldspathähnliches, wasserhelles, bisweilen undurchsichtig weisses und perlmutterglänzendes Mineral, das in den Drusenräumen der Dolomitblöcke von Monte Sanna bei Neapel gefunden wird. G. Rose hat es zuerst unterschieden und Anorthit, von *ἀνορθος* nicht rechtwinklig, genannt, weil die zwei Hauptspaltungsrichtungen nicht rechtwinklig, wie beim Feldspath, sondern geneigt sind. Die meist kleinen Krystalle sind eingliedrig, bilden eine Säule von $120^{\circ}30'$ mit schief angesetzter, rechts geneigter Endfläche, nämlich unter $85^{\circ}48'$ und $94^{\circ}12'$, was auch die Neigung der zwei deutlichsten Spaltungsrichtungen ist. Spec. Gew. 2,65—2,76. Härte die des Feldspaths. Die Analyse des Anorthits hat Schwierigkeiten, weil es so schwer ist, ihn von den ansitzenden Mineralien zu trennen, als Mejonit, Pleonast und mancherlei anderen; die Analyse I. ist von G. Rose, II. von Abich.

	I.	II.
Kieselsäure	44,49	44,98
Thonerde	34,46	33,84
Kalkerde	15,68	18,07
Talkerde	1,00	1,56
Kali	2,27	0,88
Natron	0,61	Spur
Eisenoxyd	—	0,33

Aus der ersten ist die Formel $2(\text{Ca}_1\text{K})\text{Si} + 8\text{Ä}\text{Si}$ hergeleitet, aus der zweiten $\text{R}_2\text{Si} + 3\text{B}\text{Si}$, wo R Kali, Natron, Kalk und Talkerde, B Thonerde und Eisenoxyd bedeuten. (Abich in Pogg. Ann. Bd. L. p. 351.) B.

Anorthoskop. Befindet sich eine dunkle Scheibe mit einer diametralen Spalte vor einer erleuchteten Figur, so dass deren eine Hälfte bei vertikaler Spaltenstellung einem in einiger Entfernung vor der Scheibe befindlichen Auge sichtbar ist, und dass die zweite Hälfte der Figur gesehen wird, wenn die Scheibe um Einiges um ihre Axe gedreht worden ist: so ist ersichtlich, dass die Figur in Folge der Dauer des Lichteindrucks vollständig wird gesehen werden, wenn die Scheibe so schnell gedreht wird, dass nach einer Umdrehung der Lichteindruck noch nicht verwischt ist. Ist die Figur auf einer zweiten Scheibe gezeichnet, die sich mit der ersten um dieselbe Axe, aber mit anderer Geschwindigkeit dreht, so coincidirt die zweite Hälfte der Figur an einer andern Stelle als vorher mit der Spalte; und wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit der einen Scheibe ein Vielfaches derjenigen der anderen Scheibe ist, so erscheinen beide Hälften in einer constanten aber unnatürlichen Lage gegen einander. Lässt ferner die Spalte nur einen kleinen Theil der Figur sehen, so werden die Figurenthelle, welche nach einander durch die Spalte sichtbar werden, sich unter denselben Umständen zu einer kontinuierlichen aber verzerrten Figur vereinigen; und wenn man umgekehrt die Figur zweckmässig verzerrt gezeichnet hat, so wird sie regelmässig gebildet erscheinen. Letzteres ist der Fall in dem von

Plateau erfundenen Anorthoskop. Die bemalte Scheibe ist transparent, wird von der Rückseite her beleuchtet, und befindet sich mit der schwarzen Scheibe auf gesonderten, aber ungleich grossen Rollen, die auf dieselbe Axe gesteckt sind. Die Bewegung der Rollen (mit ihren Scheiben) geschieht durch Schnuren, die über die Rollen und resp. über zwei Hohlkehlen einer dritten grossen Rolle laufen, welche letztere von einer zweiten Person gedreht wird. Um mehr Licht zu gewinnen, enthält die schwarze Scheibe statt einer Spalte mehrere, die aber so liegen, dass die erzeugten Figuren einander decken. Drehen sich die zwei Scheiben in entgegengesetztem Sinne, so tritt die Coincidenz der Spalte mit dem anfänglichen Figurentheil nicht erst nach einer vollständigen Umdrehung, sondern schon nach einer Drehung um einen mehr oder weniger kleinen Bogen z. B. von 30° ein. Derselbe Figurentheil erscheint also während einer Umdrehung in unserem Falle 12 Mal, aber auf verschiedenen Orten und zwar regelmässig um die Scheibenmitte vertheilt, so dass man statt einer Figur gleichzeitig 12 (unbewegliche) Figuren von einerlei Form erblickt. R.

Anotto syn. mit Anatta, Orlean etc.

Anthiarin. In dem Gummiharze der *Anthiaris toxicaria*, aus dem das Pfeilgift der Bewohner des indischen Archipels bereitet wird (ein anderes heisst *Upas tienté*, und enthält Strychnin), *Upas Anthiar* genannt, sind nach Mulder's neuester Untersuchung, dem reine Substanz zu Gebote stand, enthalten: Pflanzeneiweiss 16,14; Gummi 12,34; Harz 20,93; Myricin 7,02; Anthiarin 3,56; Zucker 6,31; Extractivstoff 33,70. (Journ. f. prakt. Chem. XV. p. 419. s. auch dort vollständige Literatur über diese Substanz.) Früher hatten sich Pelletier und Caventou mit der Untersuchung des *Upas Anthiar* beschäftigt, und noch mehrere andere Chemiker. Der wirksame Stoff des Gifts, das Anthiarin von Mulder ist eine indifferente, in feinen Schuppen krystallisirende, farblose, ungemein giftige Verbindung, welche sich bei $+22,5^\circ$ C. in 251 Th. Wasser, 70 Th. Alkohol und 2792 Th. Aether löst. Von kochendem Wasser erfordert es 27,4 Th. zur Auflösung. Säuren und Alkalien lösen es leichter als reines Wasser, jedoch vereinigt es sich weder mit Ammoniak, noch mit Chlorwasserstoffsäure; auch durch Gerbsäure wird es nicht gefällt. Es enthält Wasser chemisch gebunden, und giebt diess bei höherer Temperatur ab; auf 100 Th. trocknes Anthiarin 13,5 Th. Wasser. Es besteht aus $C_{14}H_{20}O_8$, oder 63,13 C; 7,37 H; 29,50 O. Atgew. 1694. Das Wasser beträgt 2 At.

Das in dem Anthiar enthaltene Harz ist electro-negativ und verbindet sich mit Bleioxyd; die Verbindung enthält 23,44 pCt. PbO . Es besteht aus $C_{16}H_{24}O_1$; das Myricin ist dem Myricin aus dem Bienenwachs sehr ähnlich. Mulder fand es zusammengesetzt aus $C_{10}H_{16}O_1$, oder 78,26 C; 11,50 H; 10,24 O. M.

Anthokyan. Nach den Ansichten von Marquart enthalten die Pflanzenblüthen und Blätter die verschiedenen Farbstoffe, nämlich das Blattgrün, Chlorophyll, welches sich durch die Vegetation in eine

blaue und gelbe, Anthokyan und Anthoxanthin umwandeln kann; die weissen Blüthen enthalten ein fast farbloses Blumenharz, das Antholeucin. Durch Vermischung derselben werden nach Marquart die verschiedenen Blumenfarben erzeugt. Da die Ansichten von Marquart sich nicht auf genaue Versuche stützen, so dürfen wir dieselben hier übergehen. Vergl. Marquart: Die Farbe der Blüthen. Bonn 1835, auch Berzelius Jahresbericht. XVI. 259. M.

Antholeucin s. Anthokyan.

Anthophyllit, die nelkenbraune Varietät der Hornblende; der Name von Anthophyllus, Gewürznelke, hat Bezug auf die Farbe. Blättriger Anthophyllit ist gleichbedeutend mit Broncit, einer Abart des Augit. B.

Anthoxanthin s. Anthokyan.

Anthracit oder Kohlenblende, (von *άνθραξ* Kohle), eine eisen-schwarze undurchsichtige, im Bruch flachmuschlige Kohle von metallähnlichem Glanz, besteht aus reinem Kohlenstoff, gemengt mit einigen erdigen Substanzen, die beim Verbrennen die Asche liefern. Kohlenwasserstoffverbindungen aber (Bitumen) sind nicht darin, daher brennt der Anthracit ohne Russ und Flamme, erfordert aber wegen des dichten Zustandes der Kohle darin viel Sauerstoff, also starken Zug, und giebt dann starke Hitze.

Den Anthracit findet man vorzugsweise zwischen den Schichten des Thonschiefers und der Grauwacke, aber auch zwischen Glimmerschiefer (Alpen) so wie auf solchen Gängen, welche jene Formation durchsetzen. Besonders mächtig sind die Anthracitlager in Nordamerika zwischen dem Susquehanna und Delaware im Grauwackengebirge. Dort trifft man nicht selten Lager von 27 Fuss Mächtigkeit, ja einige erreichen 50 Fuss. Man verwendet den Anthracit dort ebenso wohl für hüttenmännischen wie häuslichen Bedarf, und der Verbrauch ist sehr bedeutend. (Leonhardt II. 243.) In neuester Zeit hat man auch den Anthracit aus Südwallis mit Vortheil zum Hofofenbetrieb benutzt. (Dingler LXX. 140.)

Obgleich der Anthracit in seiner Textur nichts wahrnehmen lässt, was an einen pflanzlichen Ursprung erinnerte, so sprechen doch die im nordamerikanischen Anthracit so häufig gefundenen Pflanzenabdrücke dafür, dass der Anthracit als der Ueberrest der ersten und ältesten Vegetation der Erde anzusehen ist, von Pflanzen, die so vollständig zersetzt sind, dass nur noch der nicht flüchtige Kohlenstoff zurückgeblieben ist. B.

Anthranilsäure. Diese von Fritsche entdeckte Säure wird erhalten, wenn man in eine concentrirte + 150° C. heisse Kalilauge Indigblau (am besten durch die Küpe gereinigtes) einträgt, bis kleine Krystalle sich auszuschneiden anfangen. Die erkaltete Masse erstarrt, wird durch Alkohol ausgezogen, und die grüne Lösung so lange der atmosphärischen Luft ausgesetzt, bis sie braun geworden ist. Die zuerst erzeugte Chrysanilsäure geht dadurch in Anthra-

nilsäure über. Man lässt, um alles überschüssige Kali zu entfernen, einen Strom von Kohlensäure durch die alkoholische Flüssigkeit streichen, giesst sie vom ausgeschiedenen kohlen-sauren Kali ab, destillirt den Alkohol bis zur Krystallisation des Rückstandes ab, presst diesen, das anthranilsaure Kali, zwischen Papier aus, löst es in sehr wenig Wasser, und fällt die Säure durch vorsichtiges Hinzufügen von Essigsäure. Die neue Säure setzt sich in kleinen Krystallen mit Wasser verbunden, ab. Im reinen Zustande ist sie farblos, süsslich schmeckend, wie auch ihre alkalischen Salze, zuweilen der Benzoösäure ähnlich schuppig krystallisirend; in kaltem Wasser schwer, leichter in kochendem Wasser, und noch mehr in Alkohol und Aether löslich. Bei ungefähr $+135^{\circ}\text{C}$. schmilzt sie und sublimirt sich unverändert; darüber erhitzt, beginnt sie bald zu kochen, und zerlegt sich dann in Kohlensäure und in Anilin. — Ihre alkalischen Salze sind leicht in Wasser löslich, krystallisiren und sind luftbeständig; die Salze des Kupfers, Zinks, Bleis und Silbers geben krystallinische Niederschläge. Nach Fritsche's Analyse besteht die Säure aus: $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_2\text{O}_3 + \text{Aq} = 61,69\text{C}$; $5,03\text{H}$; $10,21\text{N}$; $23,07\text{O}$. Atgew. der wasserhaltigen Säure = 1734,48; der wasserfreien 1622,00. Sättigungscapacität = 6,46 oder $\frac{1}{2}$. Das Anilin bildet sich also nur durch Kohlensäureentwicklung aus der wasserhaltigen Säure $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_2 + 2\text{CO}_2$. Diess sind 31,93 pCt. CO_2 , welche auch durch den Versuch gefunden sind. Man kann die Säure auch als eine Wasserstoffsäure betrachten = $\text{C}_{14}\text{H}_{13}\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}$. Vergl. Chrysanilsäure und Anilin. Fritsche im Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXIII. p. 78. M.

Anthrakolith, Anthraconit, ein durch Kohle schwarz gefärbter Kalkstein. Nicht häufig. Andreasberg, Salzburg, Andrarum. B.

Anthrakometer ($\alpha\nu\delta\rho\alpha\zeta$ Kohle, $\mu\acute{\epsilon}\tau\rho\nu$ Maass), Kohlensäuremesser, eine durch A. v. Humboldt angegebene Vorrichtung, den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft oder irgend einer andern Gasart zu finden. An eine gekrümmte Barometer-röhre ist auf einer Seite eine Glaskugel angeblasen, auf der anderen eine messingene Fassung angebracht, an welche eine genau cylindrische graduirte Röhre angeschraubt werden kann, die sich oben mittelst einer angekitteten Messinghülse beliebig verschliessen und öffnen lässt. Kugel und gekrümmte Röhre werden mit Aetzammoniak oder mit Kalkwasser gefüllt; ein Theil der graduirten Röhre nimmt die zu prüfende Luft auf, die, durch Wendung des Instruments in die Kugel getrieben, ihre Kohlensäure abgiebt. Wenn diess vollständig geschehen, wird die Röhre mit Flüssigkeit vollständig gefüllt, oben verschlossen und die der Kohlensäure beraubte Luft auf's Neue in die graduirte Röhre getrieben, wo sie dann ein geringeres Volumen einnimmt. Der so beobachtete Volumenunterschied bestimmt den Gehalt der Kohlensäure. (Gilb. Ann. III. p. 77.) A.

Antigorit, ein schwärzlich grünes, serpentinähnliches Mineral aus dem Antigorio-Thale (woher der Name) in Piemont. Unkrystallinisch,

Härte zwischen Gyps und Kalkspath, spec. Gew. 2,62, ist basisch kiesel-saure Talkerde-Eisenoxydul mit Wasser: $2 (Mg Fe)_2 Si + H$. B.

Antimon, Spiessglanz, Stibium, $Sb = 806,45$, kommt gediegen vor, wiewohl selten und wird zu technischen Zwecken desshalb immer aus seinen Erzen gewonnen, unter denen das Grauspiessglanzerz oder Schwefelantimon das gewöhnlichste ist. Einige natürliche Legirungen mit Silber und Arsenik, so wie noch andere Verbindungen haben ein mehr mineralogisches als technisches Interesse. Die erste Reduction des Antimons findet sich bei Basil. Valentinus im 16ten Jahrhundert, obschon das Grauspiessglanzerz bei den Alten bekannt war. Es verdient erwähnt zu werden, dass die Alchemisten sich viel mit dem Antimon beschäftigt haben; eine besondere Schrift darüber: „Triumphwagen des Antimonii,“ wird dem Basilius Valentinus zugeschrieben.

Darstellung. Schwefelantimon wird auf einem Flammheerd bei so gelinder Hitze geröstet, dass es nicht erweichen und zusammenbacken kann. Ist das Erz erdig grau geworden, so ist die Röstung vollendet, der Schwefel ist als schwellige Säure fortgegangen, der Rückstand besteht aus oxydirtem Antimon, das man mit Kohle und Pottasche oder rohem Weinstein in irdnen Tiegeln reducirt. Enthält das Antimon Kalium, aus dem Weinstein herrührend, so sieht es matt aus und zerlegt das Wasser. Man befreit es davon durch Umschmelzen und Zusatz von etwas Salpeter, welcher das Kalium oxydirt. — Häufig wird Grauspiessglanzerz durch Eisen reducirt. 100 Th. davon werden mit 10 Th. Glaubersalz und 2 Th. Kohle gemengt und auf 42 Th. Eisen (Nägel, Bruch Eisen u. dergl.), das man in einem Tiegel zuvor glühend gemacht hat, geworfen. Es entsteht Schwefelnatrium, welches sich mit dem Schwefeleisen, entstanden aus dem Eisen und Schwefel des Schwefelantimons, vereinigt und es dadurch leichter schmelzbar macht. Das reducirte Antimon sinkt auf den Boden des Tiegels. — Das nach dieser Methode bereitete Antimon ist jedoch selten ganz rein, weil das angewendete Erz so oft blei-, kupfer- oder arsenikhaltige Erze beigemischt enthält, wo dann diese Metalle auch in das Antimon übergehen. Rein erhält man es, wenn man weinsteinsaures Antimonoxydkali (Brechweinstein) verkohlt, und die Kohle durch zugesetzten Salpeter herausbrennt und dann schmilzt. Entwickelt sich nach dem Erkalten beim Uebergiessen mit Wasser Wasserstoffgas, so enthält das Antimon noch Kalium. Man lässt es dann bis zur Oxydation alles Kaliums mit Wasser stehn, und schmilzt es nachher mit etwas Salpeter ein. Enthält käufliches Antimon Arsenik, so pulvert man dasselbe, mengt und schmilzt es mit reichlich eben so viel salpetersaurem und halb so viel kohlensaurem Natron. Es entstehen dabei antimonsaures und arseniksaures Natron. Dieses lässt sich durch Auswaschen entfernen, worauf jenes getrocknet und mit Kohle reducirt wird. Enthält das Antimon dann noch Kalium, so wird dies, wie zuvor beschrieben, entfernt.

Eigenschaften. Antimon hat eine zinnweisse Farbe, glänzt stark, ist spröde und kann leicht gepulvert werden. Spec. Gew. 6,8. Es schmilzt bei 430° , in höheren Temperaturen wird es verflüchtigt. Beim Erkalten nimmt es eine krystallinisch blättrige Structur an, und

zeigt auf seiner Oberfläche einen schönstrahligen Stern. Die Spaltbarkeit der Masse ist rhomboedrisch, wie das natürliche Antimon, von welchem jedoch ausgebildete Krystalle noch nicht gefunden sind. An der Luft geschmolzen verdampft es und verbrennt mit weisser Flamme zu Oxyd, in gewöhnlicher Temperatur aber verändert es sich nicht. Von Salpetersäure und heisser Schwefelsäure wird es oxydirt, mit Salzsäure gekocht in Chlorür umgewandelt.

Verbindungen. Antimon hat 1 Oxyd und 2 Säuren. Wichtig sind seine Verbindungen mit Schwefel, deren es 2 giebt, und unter den Legirungen sind die mit Blei und Zinn die merkwürdigsten. Eine Legirung mit Silber kommt in der Natur vor.

Antimonasche, Spiessglanzasche, ein aschgraues Pulver, das beim Rösten des Grauspiessglanzers an der Luft entsteht, und ein Gemenge von Antimonoxyd, antimoniger Säure und unzerlegtem Erz ist. B.

Antimonige Säure, $\text{Sb} = 2012,90$ — 80, 13 A.; 19,87 S, bildet auf Antimonerzen einen gelben, erdigen Ueberzug, Spiessglanzucker. Wird erhalten durch vollständiges Rösten des Schwefelantimons oder Glühen der Antimonsäure. Ein weisses, in Wasser unlösliches, unschmelzbares, nicht flüchtiges Pulver. Vor dem Löthrohr reducirt sie sich erst bei einer Temperatur, bei welcher das Antimon sich verflüchtigt. Aus dem Kalisalz durch eine Säure niedergeschlagen, fällt sie als Hydrat mit 1 At. Wasser nieder. Sie ist im Neapelgelb enthalten. — Sie ist eine schwache Säure, in sauren Auflösungen bringt Schwefelwasserstoff einen orangefarbenen Niederschlag hervor. B.

Antimonium crudum s. Schwefelantimon.

Antimonium diaphoreticum s. Antimonsäure.

Antimonnickel, eine helle, kupferrothe, zu Andreasberg vorkommende Legirung von Ant. u. Nickel Ni Sb . Die Analyse ergab noch 0,87 Eisen und 6,44 Schwefelblei.

Antimonoxyd, $\text{Sb} = 1912,90$ — 84,32 A.; 15,68 S, kommt in der Natur selten in zweigliedrigen, weissen, glänzenden Krystallen vor. Spec. Gew. 5,5. Weissspiessglanzers. Man stellt es durch Oxydation des Antimons mit Salpetersäure dar, worauf die Säure durch Digestion mit heissem Wasser vollständig ausgezogen werden kann; auch durch Verbrennen des Antimons an der Luft oder Zusammenschmelzen des vollständig gerösteten Grauspiessglanzes d. h. antimoniger Säure mit $\frac{1}{6}$ ungeröstetem. Vergl. Rose, in Pogg. Ann. LIII. p. 161.

Es ist ein weisses, schmelzbares, flüchtiges, in Wasser unlösliches Pulver. Bei der Darstellung auf trockenem Wege nimmt es oft während des Erkaltens krystallinische Textur an, und ist sowohl in regulären Octaedern, als auch zweigliedrigen Krystallen, wie das natürliche, beobachtet worden. —

Die Antimonoxysalze, unter denen das weinsaure Antimonoxyd-Kali oder der Brechweinstein das wichtigste ist, trüben sich

meist im Wasser, indem sie davon in ein basisches und saures Salz zerlegt werden. Alkalien schlagen weisses Oxyd daraus nieder, Schwefelwasserstoff gelbrothes Schwefelantimon, Zink und Eisen schwarzes pulverförmiges Antimon. Sie haben einen metallischen Geschmack und erregen Erbrechen.

Gegen Alkalien verhält sich Antimonoxyd wie eine Säure, man nennt es in diesem Falle auch wohl unterantimonige Säure.

Antimonsäure, $\text{Sb} = 2112,90 - 76,34 \text{ A.}; 23,66 \text{ S.}$, entsteht, wenn man Antimon mit Salpeter verbrennt, und das erhaltene antimonsaure Kali durch Salpetersäure zerlegt. Beim Auswaschen bleibt die Antimonsäure mit 1 At. Wasser verbunden zurück. Das Hydrat ist ein weisses Pulver, das bei gelindem Erhitzen sein Wasser verliert. Die wasserfreie Säure ist citronengelb, unlöslich im Wasser, und zerfällt in der Glühhitze in Sauerstoff und antimonige Säure. — Die antimonsauren Salze sind schwer und ganz unlöslich. Aus sauer gemachten Auflösungen fällt Schwefelwasserstoff einen orange gelben Niederschlag.

Ein Gemenge von Antimonsäure und antimoniger Säure ist das *Antimonium diaphoreticum*, schweisstreibendes Antimon, ein Arzneimittel. Man stellt es dar durch Mengen von 1 Th. Antimon mit 2½ Salpeter, und trägt dies in kleinen Theilen in einen glühenden Tiegel. Der Sauerstoff des Salpeters oxydirt das Antimon, reicht aber nicht hin, dasselbe in Antimonsäure zu verwandeln. Nach dem Erkalten digerirt man die Masse mit verdünnter Schwefelsäure, um das Kali auszuziehen, filtrirt und trocknet dann den Rückstand. Er ist ein weisses, aus beiden Säuren bestehendes Pulver. B.

Antimonsafran (*Crocus antimonii*), ein Gemenge aus Antimonoxydkali mit Schwefelantimon-Antimonoxyd, das man durch Verpuffen gleicher Theile Salpeter und Grauspiessglanz und Auswaschen der geschmolzenen Masse erhält. Es ist ein braunes Pulver, das zur Darstellung mehrerer Antimonpräparate dient. B.

Antimonsilber, eine natürliche Legirung von Antimon und Silber Ag, Sb. Spec. Gew. 9,4 — 9,8. Krystallisirt in rhombischen Säulen, meist aber dicht; silberweiss, oft gelb angelaufen. Selten. B.

Antimonwasserstoffgas, $\text{H, Sb} = 1650,34$ wird erhalten, wenn man in verdünnte Schwefelsäure Zink und Antimonoxyd oder eine Auflösung von Brechweinstein bringt; aus den beiden ersten entwickelt sich Wasserstoff, welches das Antimonoxyd zerlegt und sich mit dem Antimon verbindet. Man erhält es dabei jedoch mit Wasserstoff gemengt, und es ist noch nicht gelungen, das Antimonwasserstoffgas isolirt darzustellen. Es ist farblos, wird in der Glühhitze zerlegt, und setzt, wenn es durch eine glühende Glasröhre geht, das Antimon als einen glänzenden Anflug ab. Es verbrennt mit Flamme, und leitet man dieselbe auf eine Porzellanplatte, so entsteht ein matter Fleck von Antimon. Es hat einen dem gewöhnlichen Wasserstoff ähnlichen Geruch, und zersetzt sich über Wasser in seine Bestandtheile. Gegen Reagentien verhält es sich dem Arsenikwasserstoff ganz ähnlich. (Pogg. Ann. 42. p. 339, 563. Bd. 43. p. 390.) B.

Antiphlogistische Chemie war der Name, welchen die Anhänger der Stahl'schen Lehre vom Phlogiston, durch welches sie die Verbrennungserscheinungen erklärten, der von Lavoisier darüber aufgestellten Theorie gaben, weil diese ihren Ansichten gerade entgegengesetzt war, indem nach Stahl beim Verbrennen eine Substanz (Phlogiston) entweicht, nach Lavoisier eine (Sauerstoff) aufgenommen wird.

B.

Antrimolith, ein in der Grafschaft Antrim in Irland gefundenes, dem faserigen Mesotyp ähnliches Mineral. Sein spec. G. 2,096. Besteht nach Thomson aus 43,47 Kieselsäure; 7,50 Kalk; 4,10 Kali; 30,26 Thonerde; 0,19 Eisenoxydul; 0,098 Chlor und 15,32 Wasser



B.

Anwendungen. Die von Newton sogenannten Anwendungen des leichtern Durchganges oder der leichtern Zurückwerfung sind eine Umschreibung für gewisse Modificationen des Lichts, welche vorzugsweise der Erscheinung der Newton'schen Ringe zum Grunde liegen. Diese Ringe zeigen sich unter andern um den Berührungspunkt zweier sphärischen Linsen, deren einander zugekehrte Krümmungen wenig von einander abweichen, und zwar in der Art, dass die Entfernungen beider Linsen vom Berührungspunkte aus sehr langsam abnehmen. Im homogenen Licht erscheinen sie beim Daraufsehen als eine Abwechslung von dunkeln und hellen Ringen von solchen Dimensionen, dass die Quadrate der Durchmesser der hellen Ringe sich wie die ungeraden Zahlen, die Quadrate der Durchmesser der dunklen Ringe wie die geraden Zahlen verhalten, so dass, wenn e die Dicke der Luftschicht zwischen den Linsen an der Stelle ist, wo die Mitte des ersten Ringes dem darauf sehenden Auge erscheint, von der Stelle, wo die Mitte des zweiten, dritten, vierten u. s. w. hellen Ringes liegt, der Abstand der Linsen $3e, 5e, 7e, \dots$, an der Mitte des ersten, zweiten, dritten u. s. w. dunklen Ringes dagegen $2e, 4e, 6e$ u. s. w. beträgt. — An derselben Stelle, wo im reflectirten Licht dunkle Ringe erscheinen, befinden sich im durchgelassenen Licht helle Ringe und umgekehrt.

Hieraus leitete Newton ab, dass für einen Lichtstrahl, nachdem er einen Raum $e, 3e, 5e, \dots$ durchlaufen, das Reflexionsvermögen, und nach Durchwanderung eines Raumes $2e, 4e, 6e, \dots$ das Brechungsvermögen am unvollkommensten sei. Diese Disposition des Lichts, unter den genannten Bedingungen mehr oder weniger leicht reflectirt und gebrochen zu werden, nannte Newton Anwendungen, und die Grösse $2e$ die Länge der Anwendung.

Für die Grösse von e giebt Newton die Formel

$$e = e, \sec r. \sec u.$$

wo e , die halbe Länge der Anwendungen bei senkrechter Incidenz ist, wenn zwischen den Linsen sich Luft befindet, ferner r den Brechungswinkel, und u einen Winkel darstellt, welcher durch

$$\sin u = \frac{105 + n}{106} \sin r$$

bestimmt ist, während n das Brechungsverhältniss der Linsensubstanz in Bezug auf das zwischen den Linsen befindliche Medium bedeutet.

Hieraus folgt, dass die Grösse der Anwandlungen, und folglich auch die Grösse der Ringe variirt 1) mit der Farbe, 2) mit der Grösse der Einfallswinkel, 3) mit dem Brechungsverhältniss des zwischen den Linsen befindlichen Mediums.

Wegen der verschiedenen Durchmesser verschiedenfarbiger Ringe decken sich im weissen Licht die zu verschiedenen Farben gehörigen Ringe zum Theil, und es erscheinen die auf einander folgenden Ringe in Mischungsfarben. Die hellsten Ringe fallen wegen der überwiegenden Intensität des gelben Lichtes dahin, wo die Ringmitten bei homogenem gelben Licht zu liegen kommen würden.

Ueber die Erscheinung selbst vergleiche den Artikel: Newton'sche Farbenringe. R. 3

Apatit (von *ἀπατάω* ich betrüge, wegen der Täuschungen, welche anfänglich dieses Fossil hinsichtlich seiner Bestimmung unter den Mineralogen veranlasste), ein Mineral, dessen Krystalle zum sechsgliedrigen System gehören, mit vorherrschend sechsseitiger Säule, sehr deutlich, spaltbar parallel der Endfläche, auch derb, faserig, eingesprengt, erdig, von weisser, vioiblauer, rosenrother, seladongrüner (Moroxit), spargelgrüner (Spargelstein), ockergelber (Phosphorit) Farbe. Durchsichtig bis durchscheinend. Vor dem Löthrohr schwer schmelzbar. Seine Härte liegt zwischen der des Fluss- und Feldspaths, und wird in der Härteskala (s. Härte) als die fünfte Stufe angenommen. Spec. Gew. 3,17 — 3,25; Basisch phosphorsaure Kalkerde mit Chlor-

(Fluor-) calcium $3 \overset{\ddot{C}a}{Ca} \overset{\ddot{P}}{P} + C_2 (F_2) Cl_2$, d. h. Chlor ist zum Theil oder ganz durch Fluor vertreten, letzteres findet Statt bei dem Apatit vom Gotthard, vom Greiner in Tyrol und Ehrenfriedersdorf in Sachsen. Gewöhnlich sind Chlor und Fluor zugleich darin. Apatit kommt an vielen Orten vor, theils auf Gängen (Zillerthal), in vulkanischen Gesteinen (Vesuv), auf Lagern von Magneteisen (Arendal) u. s. w. B.

Aphricit, der gemeine schwarze Turmalin.

Aphrit, von *ἀφρός* Schaum, Schieferspath, ein dünnschaaliger, meist krummblättriger, röthlich- oder rein weisser Kalkspath. Selten. Altenberg, Kornwall, Kongsberg. Der zerreibliche Aphrit (Schaum-erde, Schaumkalk), eine schuppig blättrige zerreibliche Kalkmasse, enthält einige Procente Kieselerde und Eisenoxyd. B.

Aplanatismus. Man nennt Linsen *aplanatisch*, wenn sie durch ihre Zusammenwirkung dioptrische Bilder geben, welche frei von der sphärischen und chromatischen Abweichung sind (s. Art. Abweichung). Ueber die Construction aplanatischer Linsen sehe man den Artikel Linsen. R.

Aplom, der olivengrüne Granat. B.

Apoglucinsäure. Mulder stellte diese Säure dar, indem er die braune Flüssigkeit, welche man durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Zucker erhält, mit Kreide sättigte, durch Alkohol fällte, nochmals in Wasser löste, filtrirte und abdampfte, durch essigsau-

res Bleioxyd zerlegte, und das apoglucinsäure Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff zersetzte. Die filtrirte Flüssigkeit giebt abgedampft eine nicht krystallisirbare, schöne, braune Kruste, welche luftbeständig ist, bei trockner Destillation saure Dämpfe giebt, verbrannt nach verbranntem Papier riecht, und sehr viel Aehnlichkeit mit der Glucinsäure besitzt. Sie löst sich leicht in Wasser, schwierig in Alkohol, gar nicht in Aether. Schwefelsäure löst sie bei gewöhnlicher Temperatur mit blutrother Farbe auf; verdünnte löst sie gleichfalls in der Wärme, verändert sie aber nicht. Concentrirte Salpetersäure verwandelt sie in Oxalsäure; Chlorwasserstoffsäure oder verdünnte Salpetersäure lösen sie auf; die Alkalien mit blutrother Farbe. Blei-, Silber- und Kupfersalze geben nicht unlösliche Niederschläge mit dem Ammoniaksalz und der freien Säure. Diese besteht aus $C_{18}H_{18}O_8 + 2HO$. oder 54,74 C; 5,46 H; 39,80 O. 1 At. Wasser verliert sie bei höherer Temperatur, das andere durch Verbindung mit Basen. Da sich die Glucinsäure in Berührung mit atmosphärischer Luft nach und nach in die Apoglucinsäure umwandelt, so ist sie dem Apothema ziemlich analog. Vgl. Mulder im Journ. f. pr. Chem. B. XXI. p. 234. M.

Apophyllit, Albin, Ichthyophthalm. Krystallirt nach dem viergliedrigen System, vorherrschend die quadratische Säule, das Octaeder, oder tafelförmig. Die Krystalle einzeln oder drusig, vollkommen spaltbar parallel der Endfläche. Seltener findet sich Apophyllit nur in krystallinischen Massen. Weiss, bräunlich, fleischroth, wasserhell. Durchsichtig bis durchscheinend. Spec. Gew. 2,33—2,5. Blüht sich vor dem Löthrohr auf, daher der Name (von ἀποφυλλίζω ich entblättere,) und schmilzt. Ist kieselsäure Kali-Kalkerde mit Wasser: $\dot{K}\ddot{S}i + 8Ca\ddot{S}i + 16H$. — Auf Erzgängen (Andreasberg), in Blasenräumen der Mandelsteine (Farrern, Aussig).

Aposepedin. In dem gefaulten Käse entdeckte Proust (Ann. de Chim. et de Phys. X. p. 40.) eine besondere krystallinische Substanz, welche er Käseoxyd nannte. Später ist es namentlich von Braconnot untersucht worden, welcher ihm den Namen Aposepedin (v. ἀπό u. σπασδών, Resultat der Fäulniss) beilegte (ibid. T. XXXVI. p. 159. Erdm. Journ. f. tech. u. oek. Chem. p. 155.). Man lässt, um den Stoff darzustellen, ein Gemenge von 3 Th. frischem, weissem Käse und 4 Th. Wasser bei + 20° — 25° C. einen Monat stehen. Die Masse wird filtrirt und die stinkende Flüssigkeit erhitzt, um Käse, phosphorsauren Kalk u. s. w. dadurch abzusondern; die abfiltrirte Flüssigkeit wird eingedampft, und mit kaltem Alkohol von 37° B. ausgezogen. Die Auflösung enthält nach Proust käsesaures Ammoniak (s. Käsesäure); der Rückstand wird in siedendem Wasser gelöst und durch Thierkohle entfärbt. Beim Abdampfen der Flüssigkeit erhält man eine weisse, geruchlose, bitter schmeckende Substanz, welche dem Leucin ziemlich ähnlich ist. Da nach Mulder (Journ. f. pr. Ch. XVII. p. 337.) gefaulter Käse Leucin enthält, so könnte man beide Stoffe vielleicht für identisch halten, jedoch stimmen nicht alle Eigenschaften derselben überein. Es knirscht zwischen den Zähnen, ist leicht zu pulvern, leichter als das Wasser, verbrennt ohne Rückstand, kann im Luftstrom zum Theil sublimirt werden, nicht in der Retorte. Es giebt

dabei Schwefelammonium. Bei $+22^{\circ}$ C. löst es sich in 14 Th. Wasser; die Lösung geht nach einiger Zeit in Fäulniß über. In kaltem Alkohol ist es wenig, etwas mehr in siedendem löslich. Alaun und schwefelsaures Eisenoxyd fällen die Lösung nicht; wohl aber Bleiessig und Gerbsäure. Chlorwasserstoffsäure löst es leichter als Wasser; Salpetersäure scheint eine der Leucinsalpetersäure ähnliche Substanz zu bilden. Zucker wird nicht durch das Aposepedin in Gährung versetzt. — Ausser in dem alten Käse findet sich nach Lassaigue's und Collard's Beschreibung das Aposepedin, wie Braconnot vermuthet, auch in der bei schwarzem Erbrechen ausgespüenen Masse. M.

Apothema. Wenn die Pflanzenextracte in Wasser aufgelöst werden, so hinterlassen sie einen unlöslichen Bodensatz, welcher von Berzelius den Namen Apothema erhalten hat; wenn man die aufgelöste Substanz wiederum eindampft und von Neuem auflöst, so setzt sich von Neuem der Bodensatz ab, und so fort, bis fast alle vegetabilische Materie in denselben verwandelt ist. Der sogenannte oxydirte Extractivstoff ist dieselbe Substanz; Saussure fand, dass diese entstände, indem die atmosphärische Luft Kohlensäure mit der organischen Verbindung erzeuge, welche entweiche, und zu gleicher Zeit aus den Elementen derselben Wasserbildung bewirke. Das Apothema ist den Humussubstanzen sehr ähnlich, jedoch nicht, wie einige Chemiker glauben, dasselbe, was der Humus sei. M.

Appert'sches Verfahren. Das sehr nützliche und äusserst empfehlenswerthe Verfahren, welches Appert, ein früherer armer Koch, nachheriger reicher Conditor und Fabrikhaber, angegeben hat, um Speisen jeder Art eine beliebig lange Zeit zu conserviren, ist von dem Erfinder ausführlich in seiner Schrift: *Le livre de tous les menages, ou l'art de conserver pendant plusieurs années toutes les substances animales et végétales* par M. Appert. 4me éd. 1831. Deutsch nach der ersten Auflage. Coblenz 1810. beschrieben worden. Es besteht sehr einfach darin, dass die zu conservirende Substanz in eine starke Glasflasche (Champagnerflasche) oder eine Blechbüchse gebracht wird, welche man ganz luftdicht verschliesst, und nun einige Zeit in siedendes Wasser setzt. Der Sauerstoff der Luft, welcher in den Gefässen noch enthalten ist, wird nach Gay-Lussac's Untersuchung absorhirt, und der organischen Substanz fehlt dieses nothwendige Agens, um in Gährung übergehen zu können. Das Verfahren empfiehlt sich durch die Vollkommenheit, mit welcher der Zweck erreicht wird, und nicht zu grosse Kostspieligkeit. Das Detail der Behandlung siehe in der oben angeführten Schrift, und in Erdmann's Journ. für techn. u. oek. Chemie XV. p. 60. M.

Apyrin. In den Kernen von *Cocos lapidea* will Bizio ein neues Alkaloïd entdeckt haben, welches Salze bildet, deren Auflösungen in der Wärme getrübt werden sollen. Da die Angaben von Bizio hierüber wenig Zutrauen zu verdienen scheinen, so können wir das Nähere füglich übergehen. Vergl. seine Abhandlung im Journ. de Chim. méd. IX. p. 595. M.

Apyrit, Rubellit, die rothe Varietät des Turmalins.

Aqua Binelli. Ein von Dr. Fedele Binelli aus Piemont erfundenes Geheimmittel, welches eine ausserordentlich blutstillende Kraft besitzen sollte, indessen nach den neuesten sorgfältigen Prüfungen nicht viel mehr leistet, als das kalte Wasser allein (Simon in Rust's Magaz. Bd. 40.). Berzelius, welcher es untersuchte, glaubte, dass es thierische Brenzöle enthalte (Ann. der Pharm. V. p. 230), und auch andere Chemiker fanden eine grosse Aehnlichkeit mit der Aqua empyreumatica. In keinem Falle verdient das Mittel den grossen Ruf, den es einige Zeit genossen, und es giebt sogar eine Menge von anderen, welche bei weitem mehr leisten, z. B. Kreosot, Tabacksöl u. a. m. *) M.

Aqua fortis s. Scheidewasser.

Aquamarin heisst der meergrüne Beryll; auch der bläuliche Topas.

Aqua reginae, ein nicht mehr angewandtes Gemisch von conc. Schwefel- und Salpetersäure, zur Scheidung des Silbers von anderen Metallen. B.

Aqua regis s. Königswasser.

Arabin s. Gummi.

Aräometer (Dichtigkeitsmesser, eigentlich Dünneheitsmesser, von ἀραιός, dünn und μέτρον Maass), ein Instrument zur Beobachtung des Dichtigkeitsverhältnisses der Flüssigkeiten. In dem Artikel Hydrostatische Wage ist angegeben, wie das specifische Gewicht der Flüssigkeiten mittelst derselben bestimmt werden kann. Die hydrostatische Wage ist daher zunächst als ein Dichtemesser zu betrachten. Da die Abwägung auf derselben aber jederzeit viel Mühe macht, so bedient man sich ihrer nur in denjenigen Fällen, wo die äusserste Genauigkeit erfordert wird; da sonst grösstentheils die Anwendung der Aräometer oder der Hydrometer ausreicht. Zu diesen wählt man längliche Körper, in denen die Gravitationsverhältnisse so vertheilt sind, dass sie stehend schwimmen. Diess wird, wie im Artikel vom Schwimmen gezeigt ist, erreicht, wenn der Schwerpunkt eines solchen Körpers dem einen Ende möglichst nahe gebracht wird. Ein Theil des Instruments muss beim Schwimmen aus der zu untersuchenden Flüssigkeit hervorsehen und es muss entweder das Volumen des in die Flüssigkeit versenkten Theils oder das Gewicht beobachtet werden, welches das ganze Instrument erhält, wenn es schwimmend bis zu einer an demselben befindlichen Marke eintaucht. Instrumente, welche für die erste Art der Beobachtung eingerichtet sind, gestatten die bequemste Anwendung. Sie werden jetzt vorzugsweise Aräometer,

*) Als ein besonders erfolgreiches Mittel zur baldigen Blutstillung bei Schnittwunden ist der Saft frischer Petersilie zu empfehlen. Das grüne Kraut wird gequetscht und gegen die mit kaltem Wasser ausgewaschene Wunde gedrückt. Dieser Umschlag wird von Zeit zu Zeit erneuert. A.

auch wohl Scalenaräometer genannt. Die Instrumente der letztern Art heissen Hydrometer, auch wohl Gewichtsaräometer. Es ist ihnen in diesem Buche ein besonderer Artikel gewidmet. (s. Hydrometer).



Ein Aräometer ist ein gewöhnlich hohler Glaskörper, von der hier gezeichneten Gestalt. Die Röhre AB ist genau cylindrisch, der Körper unter A ist hohl, bei C mit Bleischrot oder Quecksilber gefüllt, das Gewicht des Ganzen so abgemessen, dass das Instrument in der leichtesten Flüssigkeit bis B , in der schwersten nur bis A einsinkt. Der Raum zwischen A und B ist genau eingetheilt, die Theilung gewöhnlich auf ein Papier gezeichnet, welches sich in der Röhre AB hermetisch verschlossen befindet, also gegen jeden Einfluss der Luft und Feuchtigkeit geschützt ist. Für die Theorie des Instrumentes ist es gleichgültig, wieviel Theile sich zwischen A und B befinden. Ein jeder derselben ist, wenn die Röhre AB ein genauer Cylinder ist, auch ein genauer Theil des ganzen Volumens; so dass, wenn das Volumen des Instrumentes von C bis A durch die Zahl n ausgedrückt wird und von A bis D x Theile sind, das ganze Volumen von C bis D durch $n+x$ ausgedrückt werden kann. Setzt man nun in zwei Flüssigkeiten gleiche Temperatur voraus, und sinkt das Instrument in die eine bis D ein, in die andere bis E ; enthält AD , wie schon angenommen ist, x Theile des Volumens, AE deren x_1 , so lässt sich das durch das Instrument verdrängte Flüssigkeitsvolumen durch $n+x$ in der einen und durch $n+x_1$ in der anderen Flüssigkeit ausdrücken. Die hydrostatischen Gesetze des Schwimmens ergeben, dass das Gewicht der durch den schwimmenden Körper verdrängten Flüssigkeit dem Gewichte des

schwimmenden Körpers gleich ist. Daraus geht hervor, dass in dem hier angenommenen Falle ein Volumen $n+x$ der einen Flüssigkeit einem Volumen $n+x_1$ der andern an Gewicht gleich sey. Die über das spezifische Gewicht der Körper angestellten Betrachtungen zeigen aber, dass die Dichtigkeiten (specifischen Gewichte) zweier Körper von gleichem Gewicht sich umgekehrt wie die Volumina derselben verhalten. Nennen wir demnach das spezifische Gewicht derjenigen Flüssigkeit, in welche das Aräometer bis D einsinkt, s , und das derjenigen, in welche es bis E kommt, s_1 , so verhält sich

$s : s_1 = \frac{1}{n+x} : \frac{1}{n+x_1}$ d. h. $s = \frac{n+x_1}{n+x} s_1$. Wählt man reines destillirtes Wasser von 15° R. zu dem einen Versuche und findet $x = \alpha$; wählt man zu einem zweiten Versuche Weingeist von derselben Temperatur, dessen spec. Gew. $s_1 = \alpha$ durch die hydrostatische Wage gegen Wasser bei dieser Temperatur genau ermittelt ist, und findet man durch das Aräometer $x_1 = \beta$ angegeben, so ist nun, da $s = 1$ ist,

$1 = \frac{n+\beta}{n+\alpha} \alpha$ oder $n = \frac{\alpha\beta-x}{1-\alpha}$. Auf diese Weise ermittelt man den

Werth von n für alle fernere Beobachtungen durch eine einmalige genaue hydrostatische Abwägung. Ist dieser ermittelt und α zugleich,

so ist $1 = \frac{n+x}{n+\alpha} s'$ für alle ferneren Versuche mit dem Instrumente bei der Temperatur von 15° zu berechnen. Man findet $s' = \frac{n+\alpha}{n+x}$.

Dieser Ausdruck giebt dann die Abhängigkeit des specifischen Gewichts jeder mit dem Aräometer bei 15° R. untersuchten Flüssigkeit, von der Zahl an, welche sich an der Röhre *AB* an derjenigen Stelle findet, welche von der Oberfläche der Flüssigkeit berührt wird. Bei Anfertigung des Instrumentes kann man die Röhre bei *B* in diesem vorläufigen Versuche noch offen erhalten und es leicht durch die Veränderung der Scale und durch Vermehrung oder Verminderung des Quecksilbers oder Bleischroots in der Hohlkugel bei *C* dahin bringen, dass

$n + \alpha = \frac{\beta - \alpha}{1 - a} a$ eine ganze Zahl wird, z. B. 1000. Diese Zahl kann

man dann an den Strich der Scale schreiben, welcher sich da befindet, wo die Oberfläche des destillirten Wassers das Instrument berührt. Dadurch wird angedeutet, dass genau 1000 Volumentheile von der Grösse eines Theils der Röhre unter Wasser sind und die Scale giebt in solchen Theilen die Volumen an. Taucht man das Instrument dann in eine andere Flüssigkeit, so wird auch hier an der Oberfläche durch die Scale die Zahl der verdrängten Volumentheile x unmittelbar bestimmt. Man hat dann für die Berechnung des spec.

Gew. bei 15° R. die einfache Gleichung $s = \frac{1000}{x}$. Vertauscht man endlich die Scale mit einer anderen, welche statt 1000 die Zahl 1 und sonst überall statt der Zahlen der ersten Scale die mit 1000 multiplicirten umgekehrten Werthe derselben enthält; so findet man durch Einsenkung des Instrumentes ohne Rechnung das specifische Gewicht jeder Flüssigkeit bei 15° R. unmittelbar.

Wenn die Untersuchung einer Flüssigkeit mittelst des Aräometers bei einer anderen Temperatur als bei 15° R. vorgenommen wird, so muss man darüber einverstanden sein, ob man die durch das specifische Gewicht bestimmte Dichtigkeit im Vergleich zu Wasser von 15° erhalten will, oder ob man wissen will, wieviel die Flüssigkeit dichter oder dünner ist als reines Wasser, das mit ihr gleiche Temperatur hat. Im letzteren Falle würde die zuerst gewählte Scale, welche die Volumentheile unmittelbar anzeigt, am einfachsten zum Ziele führen; wenn man zugleich einen Versuch in destillirtem Wasser anstellt und nach der Formel $s = \frac{1000 \pm p}{x}$ rechnet,

wobei $1000 \pm p$ die Angabe des Instrumentes im Wasser, und x die Angabe in der Flüssigkeit ist. Im ersten Falle hingegen könnte auch diejenige Scale angewendet werden, welche die Zahlen des specifischen Gewichts unmittelbar darstellt. Nur müsste man berücksichtigen, dass das Instrument selbst bis zu dem Punkte, wo die Scale 1 zeigte, bei dem Volumen, das es durch die veränderte Temperatur erhalten hätte, nur eintauchen könnte, wenn das Wasser nicht die Dichtigkeit 1, sondern eine davon verschiedene hätte, und zwar eine grössere, wenn die Temperatur unter 15° ist, eine geringere, wenn sie darüber ist; denn da die 1000 Volumentheile des Glases, welche

in das Wasser bei 15° eintauchen, sich durch Ausdehnung des Glases verändern, so setzt diess auch eine dem entsprechende Veränderung des specifischen Gewichtes des Wassers voraus, in welches sie bei gleichbleibendem Gewicht des ganzen Instrumentes vollständig eintauchen. Sobald nun die Volumenausdehnung des zum Aräometer benutzten Glases bekannt ist, lässt sich die Dichtigkeit des Wassers leicht berechnen, in welchem das Aräometer bis zum Punkt 1 der Scale eintauchen würde. Es sey für einen Grad Reaum. diese Volumenausdehnung des Glases k , so ist $1000(1 \pm kt)$ die Grösse des ganzen Volumens; wenn $+t$ den Ueberschuss der Temperatur über 15° R. und $-t$ die daran fehlende Temperatur der Oberfläche bedeutet. Es ist also $\frac{1000}{1000(1 \pm kt)} = \frac{1}{1 \pm kt}$ das spec. Gew. des Wassers, in welchem das bis zum Unterschiede $\pm t$ der Temperatur erwärmte Aräometer das spec. Gew. 1 angeben würde. Da k sehr klein ist und t bei Untersuchungen mit dem Aräometer auch nur wenige Grade umfasst, so kann man für $\frac{1}{1 \pm kt}$ ohne merklichen Fehler $1 \mp kt$ setzen. Mit dieser Zahl wäre also die Angabe des Aräometers zu multipliciren, wenn die Temperatur nicht 15° wäre, und zwar mit $1 - kt$, wenn sie um t Grade höher, mit $1 + kt$, wenn sie um t Grade niedriger wäre. Setzt man den gewöhnlichen Angaben nach $k = 0,0000323$, so hätte man, wenn das specifische Gewicht einer Flüssigkeit bei 25° R. gegen Wasser von 15° R. bestimmt werden sollte, das von dem in die Flüssigkeit eingetauchten Aräometer angegebene specifische Gewicht mit $1 - 0,0003$ zu multipliciren, also $\frac{3}{10000}$ von dem Ganzen abzunehmen. Die Beobachtungen mit dem Aräometer sind indessen nicht geeignet, das specifische Gewicht bis zu Zehntausendteln genau zu bestimmen. Desshalb ist denn auch in diesem Falle die Correction nicht anwendbar, da sie innerhalb der Grenzen des Beobachtungsfehlers liegt. Erst bei einem Unterschiede der Temperatur von 30° R., wenn also die untersuchte Flüssigkeit 45° R. hätte, würde die nothwendige Correction ein Tausendtheil betragen. Man hat demnach bei gewöhnlichen Beobachtungen des Aräometers auf die Ausdehnung des Glases nicht Rücksicht zu nehmen.

Noch ist die Frage zu berücksichtigen, wie die Angaben des Aräometers, welche gegen Wasser von 15° R. das specifische Gewicht der Flüssigkeiten bestimmen, zu corrigiren sind, wenn man das specifische Gewicht gegen Wasser von einer um $\pm t$ davon verschiedenen Temperatur erhalten will. Es ist deutlich, dass dabei die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme in Betracht kommt. Ist v das Volumen einer Wassermenge bei 15° und v' das bei einer anderen Temperatur und ungeändertem Gewicht, so ist $\frac{v'}{v}$ das specifische Gewicht des Wassers von 15° gegen dasjenige der anderen Temperatur. Mit dieser Zahl wird demnach das jedesmal durch das Aräometer bestimmte specifische Gewicht zu multipliciren sein, um es auf die Beziehung zum Wasser von v' Grad zu reduciren. Will man z. B. das bei 15° R. bestimmte specifische Gewicht auf das

gegen Wasser von 3,5° zurückführen, so findet man in dem für die Volumenänderung des Wassers (s. Wärmeausdehnung) gegebenen Tabellen für 15°: $v = 1,00037$, für 3,5°: $v_1 = 0,99988$. Man hat also $s_1 = s \frac{0,99988}{1,00037} = 0,99951 s = (1 - 0,00049) s$. Es ist also, um diese Reduction vorzunehmen, von dem für 15° Wasserwärme gefundenen specifischen Gewicht noch ein halbes Tausendtel abzuziehen, um den Werth derselben für 3,5° zu erhalten, welche Temperatur dem Punkte der grössten Dichtigkeit des Wassers nahe liegt.

Es lässt sich nach den hier gegebenen Erörterungen leicht die Formel für das durch Beobachtung eines mit beliebiger aber genauer Scale versehenen Aräometers, für welches n und α bestimmt ist, zu ermittelnden specifischen Gewichtes in folgender Art aufstellen:

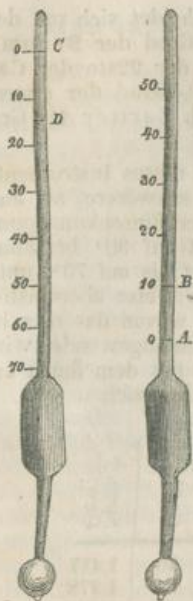
$$s = \frac{(n + \alpha) \varphi t'}{(n + x)(1 + k(t' - t) \varphi t)}$$

In dieser ist s das für die Temperatur des Wassers von t' ° gesuchte specifische Gewicht, t die Temperatur der untersuchten Flüssigkeit, k die Ausdehnung des Glases für einen Grad derjenigen Thermometerscale, nach welcher t und t' bestimmt sind, φt die Volumengrösse des Wassers bei t ° und $\varphi t'$ dieselbe bei t' °.

Es ist nicht nöthig näher in die Theorie der Aräometer einzugehen, weil ihre Anwendung im Allgemeinen zur Ermittlung des specifischen Gewichtes nicht bedeutend ist.

Für praktische Zwecke werden aräometrische Beobachtungen wichtig, indem die Güte gewisser im Handel vorkommender Flüssigkeiten, in sofern sie von dem specifischen Gewichte derselben abhängig ist, dadurch erprobt wird. Solche Aräometer haben ihre eigenthümlichen, auf die Natur der Probe bezüglichen Scalen und erhalten dem entsprechende Namen, als Alkoholometer (Weingeistmesser), Galaktometer (Milchmesser), Bierproben, Salzspindeln u. s. w., über welche besondere Artikel dieses Buches die nöthigen Erklärungen enthalten. Unter Procentaräometer versteht man im Allgemeinen solche Instrumente, in denen der Gehalt des zu erprobenden Stoffes nach Procenten des Gewichtes oder des Volumens der untersuchten Flüssigkeit bestimmt wird. Die Alkoholometer gehören dahin.

Als allgemeine Aräometer, mit an sich willkürlicher, aber genau vergleichbarer Scale haben unter den Physikern einige Bedeutung erhalten:



1) Die Aräometer von Beaumé. Es sind deren zwei: das eine für leichtere Flüssigkeiten, das andere für schwerere bestimmt. Bei dem ersten wird der Punkt *B*, bis zu welchem es in reines destillirtes Wasser von der Temperatur 11° R. einsinkt, durch die Zahl 10 bezeichnet. In einer Mischung von 1 Gewichttheil Kochsalz und 9 Th. Wasser tauche das Instrument bis *A* ein, so ist der Raum *AB* in 10 Theile zu theilen, bei *A* die Ziffer 0 zu setzen, und dieselbe Eintheilung über *B* bis zu 50 Theilen fortzusetzen. Man erhält auf diese Art die Beaumé'schen Aräometergrade für leichtere Flüssigkeiten. An dem zweiten Instrumente, welches in reines destillirtes Wasser von 11° R. bis *C* einsinkt, erhält dieser Scalenspunkt die Bezeichnung 0, ein tiefer liegender *D* wird bestimmt, indem man das Aräometer in eine Mischung von 3 Gewichttheilen Kochsalz und 17 Theilen Wasser versenkt. Der Raum *CD* wird in 15 gleiche Theile getheilt, bei *D* steht 15 und die Scale wird unter *D* abwärts bis zu 70 Theilen fortgesetzt. So erhält man die Beaumé'schen Grade für schwerere Flüssigkeiten. Aus beiden Scalen lassen

sich leicht nach der oben gegebenen Formel die Werthe für das specifische Gewicht ableiten, wenn man anderweitig die Dichtigkeit der genannten Salzlösungen genau bestimmt hat. Folgende Tafel enthält einige Vergleichungspunkte:

a) Für schwerere Flüssigkeiten.

Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.
0	1,000	20	1,157	40	1,375	60	1,690
5	1,034	25	1,205	45	1,442	65	1,793
10	1,072	30	1,256	50	1,515	70	1,909
15	1,113	35	1,312	55	1,596	72	1,960

b) Für leichtere Flüssigkeiten.

Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.
10	1,000	25	0,903	40	0,824	55	0,763
15	0,965	30	0,875	45	0,803	60	0,744
20	0,933	35	0,849	50	0,784		

2) Das Aräometer von Cartier. Es unterscheidet sich von dem Beauméschen nur durch die Scale. Der 22ste Grad der Beauméschen Scale für leichtere Flüssigkeiten ist auch der 22ste der Cartier'schen. Jeder Grad der letztern beträgt $1\frac{1}{3}$ Grad der erstern, so dass die Einsenkung in destillirtes Wasser nach Cartier $10\frac{1}{3}$ Grad angiebt, (nach Beaumé 10 Grad.)

3) Das Aräometer von Beck. An der Scale dieses Instrumentes ist der Einsenkungspunkt für Wasser sowohl für schwerere, als auch für leichtere Flüssigkeiten durch 0 bezeichnet. Der Einsenkungspunkt in eine Flüssigkeit, deren spec. Gew. 0,850, ist auf 30° bestimmt. Die daraus hervorgehende Eintheilung ist über 0° bis auf 70° , unter 0° bis auf 80° fortgesetzt. Die ganze auf diese Weise übereinstimmende Scale ist über zwei Instrumente vertheilt, wovon das eine bei schwereren, das andere bei leichteren Flüssigkeiten angewendet wird. Die Vergleichung der Grade dieses Instrumentes mit dem ihnen entsprechenden specifischen Gewichte enthält folgende Tafel:

Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.	Grade.	Spec. Gew.
70	0,708	30	0,850	10	1,062	50	1,417
65	0,723	25	0,872	15	1,097	55	1,478
60	0,739	20	0,895	20	1,133	60	1,545
55	0,756	15	0,919	25	1,172	65	1,619
50	0,773	10	0,944	30	1,214	70	1,700
45	0,791	5	0,971	35	1,259	75	1,788
40	0,809	0	1,000	40	1,308	80	1,884
35	0,829	5	1,030	45	1,360		

A.

Arbol a Breaharz, von dem Arbol a Brea oder arbre à Brai, auf Manilla wachsend. Es ist dem Elemi ähnlich, durchscheinend, weich, stark riechend. Enthält nach Bonastre 6,25 Oel, 61,28 in Alkohol leicht lösliches, 25,0 schwer lösliches Harz, Extractivstoff, Holzfasern und eine freie Säure. Das schwer lösliche Harz krystallisirt nach Baup in rhombischen Säulen und kugligen Gruppen, dem Elemi ähnlich. Die Zusammensetzung ist gleichfalls die des Elemi. Dumas hat es analysirt und fand: 85,3 C; 11,7 H; 3,0 O. Er leitet die Formel $C_{36}H_{66}O$ daraus ab; richtiger ist wohl $C_{40}H_{66}O$. Diese giebt 85,66 C; 11,53 H; 2,81 O. Journ. f. prakt. Chem. IV. 436. M.

Areca roth. In den Früchten der Areca Catechu befindet sich nach Morin ein braunrother, in kaltem Wasser und Aether unlöslicher, in Alkalien, heissem Wasser und Alkohol löslicher, aber wenig untersuchter Farbstoff. M.

Archil, ein nicht oft gebrachter Name für Orseille. M.

Arendalit heisst der Epidot von Arendal in Norwegen. B.

Arfvedsonit, zu Ehren Arfvedson's so genannt, ein hornblendeartiges, schwarzes, glänzendes Mineral aus Grönland, besteht nach Thomson aus 50,51 Kieselsäure; 35,14 Eisenoxyd; 8,92 Manganoxyd; 2,49 Thonerde; 1,56 Kalk; 0,96 Wasser. B.

Argentan s. Neusilber.

Aricin. In einer, ihrer Abkunft nach unbekanntem Chinarinde, welche aus dem Hafen Arica (Arequipa in Peru) nach Bordeaux gebracht worden war, fand Pelletier ein eigenthümliches Alkaloid auf. (Ann. de Chim. et de Phys. LI. p. 182.) Wie das Chinin aus der China gewonnen wird, so kann man auch das Aricin darstellen. Es krystallisirt in Nadeln, ist unzersetzt schmelzbar, aber nicht, wie das Cinchonin, sublimirbar; ist im Wasser fast unlöslich, daher auch fast geschmacklos; seine Auflösungen in Säuren schmecken chininartig bitter. Mit Schwefelsäure giebt es verschiedene Salze, von denen das neutrale sich dadurch charakterisirt, dass es gallertartig erstarrt. Das saure krystallisirt in abgeplatteten Nadeln. Beide Salze sind in Aether unlöslich, aber löslich in Alkohol, und können daraus in seidenartigen Nadeln krystallisirt erhalten werden. Verdünnte Salpetersäure löst es farblos auf, concentrirte mit dunkelgrüner Farbe. Nach Pelletier besteht das Aricin aus $C_{20}H_{24}N_2O_3$ oder 71,0 C; 7,0 H; 8,00 N; 14,00 O. Es steht also in einem sehr einfachen Verhältniss zu dem Chinin und Cinchonin.

Aricin	$C_{20}H_{24}N_2O_3$
Chinin	$C_{20}H_{24}N_2O_3$
Cinchonin	$C_{20}H_{24}N_2O$

In der China cusco hat Leverköhn ein Alkaloid gefunden, welches mit dem Aricin übereinzustimmen scheint. (Buchn. Rep. XXXIII. p. 353.) M.

Arki nennt Pallas den Branntwein der Kalmücken, den sie aus Kuhmilch sich bereiten; sie selbst nennen ihn Airak. Vergl. Arsa. M.

Armierung. So heisst jede Vorrichtung, durch welche die Pole natürlicher oder künstlicher Magnete mit einander verbunden werden, theils um die Tragkraft durch die Zusammenwirkung beider Pole zu vermehren, theils um durch die magnetische Reaction des Eisens die theilweise Wiedervereinigung der magnetischen Fluida im Magneten, und somit dessen Schwächung zu verhindern. Natürliche Magnete werden armirt, indem man sie an zwei gegenüberstehenden Seiten senkrecht gegen die Verbindungslinie der Pole eben schleift, und die abgeschliffenen Seiten mit dünnen Eisenplatten (Flügeln) bedeckt, die durch Messingbänder befestigt werden, und die in hervorstehenden kubischen Füßen endigen. Gegen die in einer Ebene liegenden Enden der Füße, in denen sich die Polarkräfte des Magne-

ten concentriren; wird ein Stück weiches Eisen (Anker) gelegt, welches mithin die beiden Pole verbindet, und welches überdiess mit einem Häkchen zum Anhängen der Traggewichte versehen ist. Die Erfahrung hat gelehrt, dass es vortheilhaft ist, die berührende Seite des Ankers cylindrisch zu machen, so dass die Berührung nur in einer Linie stattfindet. Bei einfachen Hufeisen und Hufeisenmagazinen besteht die Armatur nur in einem Anker. — Bei Stabmagazinen nennt man Armatur auch wohl weiche Eisenstücke, welche gegen die Polenden gelegt und dort durch Bänder befestigt werden. R.

Armtreiben s. Abtreiben.

Arnicin. In den Blüten von *Arnica montana* haben Chevalier und Lassaigue einen braunen, bittern Stoff aufgefunden, welcher nach ihnen mit dem Cytisin (aus *Cytisus laburnum*) oder dem Catharthin der *Fol. sennae* identisch sein soll. (*Journ. de Pharm.* V. p. 248.) M.

Aroma. Die flüchtige Substanz, welche den Vegetabilien den angenehmen Geruch ertheilt, und gewöhnlich ein ätherisches Oel ist, bezeichnet man mit dem Namen Arom. Oft ist diese in der Pflanze, (namentlich den Blüten) vertheilte Substanz in so geringer Menge nur vorhanden, dass wir nicht im Stande sind, sie darzustellen. Auch die sogenannte Blume des Weines, welche bei jeder Weinsorte ganz verschieden, und ihr eigenthümlich ist, und nicht von Oenanthäther herrührt, gehört hieher. M.

Aromatische Wässer. Da die ätherischen Oele sich in geringer Menge im Wasser auflösen, so erhält man, wenn man die Pflanzentheile, welche ätherisches Oel enthalten, mit Wasser der Destillation unterwirft, in der Vorlage immer neben dem Oele noch Wasser, welches mehr oder weniger nach dem Oele selbst riecht; es sind diess die *aquae aromaticae destillatae* der Pharmacopöen. M.

Aroph Helmontii. Eine Safrantinctur, welche statt des Weingeistes Kanariensekt enthält. M.

Aroph Paracelsi. Eine Lösung eines Eisenpräparats, welches namentlich aus Eisenchlorid-Salmiak besteht. M.

Arrack (Al) Rack wird in Ostindien, an der Küste Malabar, auf Goa, Batavia u. a. m. verfertigt. Meist wird er aus Reis dargestellt, den man malzt, gähren lässt, und die erhaltene Flüssigkeit dann destillirt. Die bessere Sorte wird aus dem Zuckersafte der Blütenkolbe von der Cocospalme, Toddy genannt, bereitet; auch aus dem der Dattelpalme, zu diesem setzt man noch Zucker hinzu, Reis, Palmbaumrinde. Die erhaltene Flüssigkeit ist dem feinen, ächten Rum ziemlich ähnlich, und kommt meist farblos in den Handel. Man hat sich vielfach bemüht, den Arrack künstlich nachzumachen, jedoch

ohne besondern Erfolg. (Vergl. Rum). s. Erdmann: Journ. f. techn. u. oek. Chem. XII. p. 97. Journ. f. prakt. Chem. II. p. 521. M.

Arragonit, Arragon, ein nach seinem ersten Fundort Molina in Arragonien benanntes Mineral. Krystallisirt zweigliedrig in rhombischen Säulen von $116^{\circ}16'24''$; doch sind einfache Krystalle selten, gewöhnlich sind es Zwillinge, die eine Säulenfläche gemein, die anderen Flächen umgekehrt haben, so dass sie sechsseitige Säulen mit einspringendem Winkel bilden. Oft sind auf diese Weise mehrere ganz dünne Säulen mit einer grossen verbunden, wo dann aber immer Streifen und Furchen die Zwillingsverwachsung in dem einfach aussehenden Krystall verrathen. Auch treten 4, 5, 6 u. s. w. Individuen, noch anders gruppirt, zu sechsseitigen Säulen zusammen. Ausser krystallisirt kommt der Arragonit stenglig, schalig und faserig vor; korallenartig verästelt heisst er Eisenblüthe, die zu Eisenerz in Steiermark und Hüttenberg in Kärnthen sich findet. — Arragonit ist farblos, weiss, röthlich, violett, gelblich u. s. w., in Härte dem Flussspath nahe oder gleich, spec. Gew. 2,9—3. Seine beiden optischen Axen neigen sich nach Brewster unter $18^{\circ}18'$, die scheinbaren nach Neumann unter $30^{\circ}48,5'$; beim Erwärmen nimmt die doppelte Strahlenbrechung nach allen drei Hauptrichtungen etwas ab (Rudberg). Vor dem Löthrohr zerknistert Arragonit zu einem weissen Pulver. Er besteht aus neutraler kohlensaurer Kalkerde (s. diese), welche dimorph ist, und macht die eine Form derselben aus, die andere ist der Kalkspath. Da der Arragonit meistens etwas kohlensaure Strontianerde, nämlich 1—4 pCt. enthält, so hielt man diese früher für die Ursache seiner vom Kalkspath abweichenden Gestalt; allein es giebt auch Arragonit ohne diese Beimischung. Andererseits hat man zu Tarnowitz in Schlesien einen Arragonit gefunden, der 2—4 pCt. kohlensaures Bleioxyd ohne eine Spur von Strontian enthält. G. Rose hat gezeigt, dass, wenn sich kohlensaure Kalkerde aus heissem Wasser absetzt, sie die Form des Arragonits annimmt. (Pogg. XLII. p. 353.) Daher gehören die kalkigen Niederschläge heisser Quellen, der Sprudelstein und Erbsenstein von Karlsbad zum Arragonit. Ausserdem findet sich derselbe auf Gängen und Lagern im Thonschiefer, Basalt, Gyps, hauptsächlich im Brauneisenstein in Hessen, Schlesien, Thüringen, am Harz und vielen anderen Orten. B.

Arrow-root. Die Knollen der *Maranta arundinacea* W. und der *Maranta indica* Tussac enthalten reines Stärkemehl, welches in Westindien ähnlich, wie bei uns die Kartoffelstärke, bereitet wird. Die Körner des Arrow-root sind bei weitem grösser als die der Kartoffelstärke; schon dem blossen Auge zeigen sie sich glasglänzend; der Kleister, den diess Mehl liefert, ist geruch- und geschmacklos, während der der Kartoffelstärke immer den Geruch und Geschmack der rohen Kartoffel besitzt. Vergl. Art. Stärke. Der Vorzug, den das Arrow-root vor der gewöhnlichen Stärke als Nahrungsmittel besitzen soll, kann nur in grosser Reinheit derselben begründet sein. Elsner hat die Unterschiede angeführt, welche sich bei der Reaction des Arrow-root und des Sagomehls zeigen, und hat gefunden, dass

der echte Arrow-root blendend weiss ist, und nur durch die Loupe gesehen, den Perlmutterglanz zeigt, sich zwischen den Fingern sehr leicht zerdrücken lässt, während Sagomehl bräunlich-weiss ohne Glanz ist, und sich nicht so leicht zerdrücken lässt. Einige Tropfen Jodtinctur auf die vertheilten Mehlsorten gegossen, zeigten bei Arrow-root nach einiger Zeit eine tief violette Färbung, die bei der nicht echten schmutzig braun violett war. Mit Wasser geschüttelt, zeigten die Flüssigkeiten des echten Arrow-root mit Jodtinctur eine reine braune Färbung, die des gewöhnlichen Arrow-root eine schmutzig braune, gemengt mit Bleiessig, jene eine schwache Trübung, diese einen starken Niederschlag; mit salpetersaurem Silberoxyd ebenso, und ähnlich mit salpetersaurem Quecksilberoxydul. Journ. f. prakt. Chem. XII. p. 310. M.

Arsa. Die Kalmücken bereiten aus der Stutenmilch (tatarisch Kumis, kalmückisch Tschigan), die sie der Gährung unterwerfen, einen Brantwein, der sich aus dem Milchzucker erzeugt. Sie lassen die Milch in Beuteln von Schaaffellen sauer werden, und destilliren sie sodann in einem sehr rohen Apparate. Die zuerst übergegangene Flüssigkeit (Araca) wird nochmals destillirt, und giebt dann den Arsa. Die Kuhmilch liefert ein ähnliches Getränk, welches sie Airak nennen. — Die Bildung des Alkohols geschieht auf Kosten des Milchzuckers, welcher zwar selbst nicht der weinigen Gährung fähig ist, sondern zuvor in Traubenzucker übergeht, was schon durch Gegenwart der Essigsäure und Citronensäure nach Persoz's Beobachtung geschieht. (Journ. de chim. med. 1833. p. 417.) Hess hat früher zu beweisen gesucht, dass der Milchzucker in der That gährungsfähig sey (Journ. f. prakt. Chem. XII. p. 126.), seitdem wir aber durch H. Rose's und Venske's Untersuchungen wissen, dass selbst der Rohrzucker vor der Gährung in Traubenzucker übergehen muss, so sehen wir dadurch, mit Persoz's Erfahrung übereinstimmend, einen völligen Aufschluss für die Alkoholerzeugung aus der Milch. Vergl. Schill: Ueber Milchbrantwein, Gährungsfähigkeit der Milch und des Milchzuckers. Ann. der Pharm. XXXI. p. 152. M.

Arsenige Säure, (weisser Arsenik, Arsenik, Rattengift), $\text{As} = 1240,08$; in 100 Th.: 75,81 Arsenik; 24,19 Sauerstoff; kommt in geringer Menge, und selten meist in nadelförmigen Büscheln oder als erdiger Beschlag, zuweilen in octaëdrischen Krystallen unter arsenikhaltigen Erzen vor, aus denen sie sich unter Einfluss der Luft gebildet hat, und heisst Arsenikblüthe.

Darstellung. Die arsenige Säure wird bei der Verarbeitung arsenikhaltiger Erze auf Zinnhütten, Blaufarberwerken, manchen Silberhütten als Nebenprodukt gewonnen, indem man die Erze zur Entfernung des Arsens und anderer flüchtigen Bestandtheile in Flammherden röstet, und die aufsteigenden Dämpfe durch lange Kanäle und verschiedene geräumige Kammern des Gifthurms leitet, um die arsenige Säure darin zu condensiren. Man erreicht dabei den doppelten Zweck, sowohl die Säure zu gewinnen, als auch die giftigen Dämpfe unschädlich zu machen, wesshalb mit Sorgfalt auf eine vollständige

Condensation gesehen werden muss. Zu Reichenstein und Altenburg in Schlesien wird Arsenikkies und Arsenikalkies eigends zur Gewinnung von arseniger Säure geröstet. Nach vollendeter Röstung wird die arsenige Säure aus den Giftfängen, in denen sie sich als ein weisses Mehl, Giftmehl, niedergeschlagen hat, genommen, und aus eisernen Kesseln in eiserne Cylinder, die mit dem Kessel dicht verkittet sind und senkrecht darauf stehen, noch einmal sublimirt. Oben sind die Cylinder mit einer Haube geschlossen, von der ein Rohr in eine Verdichtungskammer führt, um die in den Cylindern nicht condensirte Säure aufzusammeln. Die Cylinder werden so heiss gehalten, dass die sublimirte arsenige Säure nicht sogleich fest wird, sondern weich bleibt und nur beim Erkalten glasartig wird. Das aus den Cylindern losgeschlagene Glas ist anfangs farblos, wird aber allmählig undurchsichtig emailartig.

Eigenschaften. Die arsenige Säure ist flüchtiger als das Arsenik, ihre Dämpfe sind farblos und ohne Geruch, spec. Gew. 13,673, beim Erkalten condensiren sie sich in wasserhellen regulären Octaëdern, wenn sie nicht in zu grosser Menge vorhanden sind. In diesem Fall aber nämlich setzt sich die arsenige Säure wegen zu grosser Wärme als eine weiche Masse ab, die beim Erkalten durchsichtig glasartig wird, und später emailartig undurchsichtig. Eben so wird die arsenige Säure, ehe sie sich verflüchtigt, weich, ohne zu schmelzen. Die glasartige hat das spec. Gew. 3,738, die emailartige 3,699. In Wasser löst sie sich langsam, und zwar in 10 Th. kochendem Wasser und 100 Th. kaltem. Aus einer heissen gesättigten Auflösung krystallisirt beim Erkalten ein Theil in regulären Octaëdern aus. Setzt man zu der klaren Auflösung Salzsäure, und leitet dann Schwefelwasserstoffgas in dieselbe, so wird alles Arsenik als gelbes Schwefelarsenik gefällt. Die emailartige Säure ist um ein Geringes leichter löslich als die glasartige. Lässt man letztere aus einer mit Salzsäure stark sauer gemachten Lösung krystallisiren, so schiessen die Krystalle unter lebhaftem Leuchten an. (s. H. Rose in Pogg. Ann. XXXV. 481.) Ausser in Octaëdern hat man arsenige Säure auch in biegsamen sechsseitigen Tafeln krystallisirt gesehen. Dergleichen fanden sich in einem Kobaltröstofen und haben sich künstlich noch nicht darstellen lassen, bei der Sublimation gaben sie wieder Octaëder.

Die arsenige Säure wird in der Kattundruckerei, auf den Glashütten, zur Darstellung von Scheele's und Schweinfurter Grün, zur Vergiftung der Thierbälge, um sie gegen Motten u. dgl. zu schützen, und vielen anderen Zwecken gebraucht. Sie ist ein gefährliches Gift, gegen welches frisch gefälltes Eisenoxydhydrat ein sicheres Gegenmittel ist. Entdeckung der Arsenikvergiftung s. Arsenikwasserstoffgas.

B.

Arsenigsaure Salze. Die arsenige Säure ist eine schwache Säure, die mit den Alkalien lösliche, nicht krystallisirbare, mit den übrigen Basen unlösliche Salze giebt. Sie zersetzen sich beim Erhitzen; einige entwickeln arsenige Säure wie das Silbersalz, andere werden in ein arseniksaures Salz und metallisches Arsenik verwan-

delt, das Bleisalz bleibt unverändert. (F. Simon: Pogg. Ann. Bd. XL. p. 439.) Vor dem Löthrohr geben sie, mit Soda gemengt, in der Reductionsflamme metallisches Arsenik, das durch seinen knoblauchartigen Geruch leicht zu erkennen ist. Salpetersaures Silberoxyd bringt in den auflöselichen einen gelben Niederschlag von arsenigsaurem Silberoxyd, das dem phosphorsauren Silberoxyd ähnlich, aber blasser ist. Schwefelwasserstoff fällt aus der Auflösung eines arsenigsauren Salzes in Wasser oder Salzsäure gelbes Schwefelarsenik, das sich in Hydrothion-Ammoniak, Kali und Ammoniak wieder auflöst.

Arsenigsaures Kali $K \text{ As}$, eine weisse, an der Luft feucht werdende, sehr giftige Salzmasse, die durch Auflösen von arseniger Säure in kaustischem, oder durch Kochen derselben in kohlen-saurem Kali bis zur Neutralisation, erhalten wird. Wird oft zur Darstellung des Scheefschens Grün bereitet.

Arsenigsaures Kupferoxyd, erhalten durch gegenseitige Zersetzung des arsenigsauren Kali's und Kupfervitriols, oder dadurch, dass man 1 Th. arsenige Säure und 3 Th. Pottasche in 12 Th. heissem Wasser löst, und dazu eine Auflösung von 3 Th. Kupfervitriol in 40 Th. heissem Wasser portionenweise zusetzt. Der entstehende Niederschlag bildet ein schön grünes, in Wasser unlösliches Pulver, das in stärkeren Säuren und Ammoniak sich löst.

Das Schweinfurter Grün besteht aus arsenigsaurem und essigsaurem Kupferoxyd. Es ist eine schöne, dauerhafte, aber sehr giftige, grüne Farbe, die man erhält, wenn man Grünspahn, d. i. basisch essigsaures Kupferoxyd mit Wasser zu einem Brei anrührt, durch ein feines Sieb lässt und in Portionen in eine kochende Auflösung von 1 Th. arseniger Säure in 12 Th. Wasser so lange aufsetzt und siedet, bis die Flüssigkeit klar ist und der Niederschlag den erwünschten Farbenton zeigt.

Arsenik. $As = 470,042$, im Verkehr auch Scherbenkobalt, Fliegenstein, Fliegenkobalt genannt, findet sich gediegen, in Verbindung mit Schwefel, Sauerstoff und anderen Metallen. Schröder stellte es 1694 und Brand 1733 aus der schon seit Jahrhunderten bekannten arsenigen Säure dar. Aristoteles führt das rothe Schwefelarsenik unter dem Namen Sandarach an, der bei Dioscorides schon vorkommende Name $\alpha\rho\sigma\epsilon\nu\iota\kappa\acute{o}\nu$ ist in Bezug auf die Kraft der Wirkung des so bezeichneten von $\alpha\rho\sigma\epsilon\nu\iota\kappa\acute{o}\varsigma$ männlich gebildet. Unter den Metallverbindungen ist der Arsenikkies zu nennen, der aus Schwefeleisen und Schwefelarsenik besteht, und in Schlesien, Böhmen, im sächsischen Erzgebirge und an anderen Orten vorkommt.

Darstellung. Reines Arsenik erhält man durch Sublimation des Arsenikkieses aus einer thönernen Retorte, wobei das übergehende Arsenik sich in dem aus Eisenblech bestehenden Hals der thönernen Vorlage in krystallinischen Blättchen absetzt. Schwefel geht nicht mit über. Im Grossen wird jedoch auf diese Weise nur wenig gewonnen, das meiste im Handel vorkommende ist natürlich gediegenes Arsenik. Im Kleinen reducirt man arsenige Säure mit schwarzem Fluss, in zwei mit dem offenen Ende in einander gesteckten Tiegeln, wobei das Arsenik aus dem unteren in den oberen sublimirt.

Eigenschaften. Arsenik ist hellgrau, stark glänzend, spröde, spec. Gew. 5,7, verwandelt sich bei 180° in Dampf, ohne zuvor zu schmelzen. Der Dampf hat das spec. Gew. 10,37, riecht knoblauchartig, und nimmt beim Erkalten blättrig strahliges Gefüge an. Die regelmässig ausgebildeten Krystalle haben die Form eines Rhomboëders. Erhitzt man Arsenik an der Luft, so erzeugen sich weisse Dämpfe von arseniger Säure, bei starker Erhitzung verbrennt es mit blauer Flamme. An der Luft überzieht es sich bald mit einer schwarzen Decke von Suboxyd. Gepulvert, und mit Wasser und Luft in Berührung, oxydirt es sich in geringer Menge zu arseniger Säure, die sich in Wasser auflöst. Hierauf beruht die Benutzung des Arseniks zum Vergiften der Fliegen. Ausserdem gebraucht man Arsenik in gewissen Legirungen, wie Weisskupfer, zum Schroot u. s. w.

In seinen Verbindungen ist Arsenik dem Phosphor sehr ähnlich. Es verbindet sich in drei Verhältnissen mit Sauerstoff: Suboxyd, arsenige Säure und Arsensäure; mit Schwefel in vier, mit Wasserstoff, den Salzbildern und Metallen. Letztere werden spröder dadurch, und schwer schmelzbare leichtflüssig. In der Natur kommen Verbindungen des Arseniks mit Nickel (Kupfernickel), Kobalt (Speis- und Glanzkobalt) und Eisen (Arsenik- und Arsenikalkies) vor.

Ueber Arsenikvergiftung s. Arsenikwasserstoffgas. B.

Arsenikalkies s. Arsenikeisen.

Arsenikbleierz krystallisirt in sechsseitigen Säulen und Doppelpyramiden, die Krystalle meist haar- und nadelförmig; nierenförmig und concentrisch fasrig; olgrün, gelb; durchscheinend bis undurchsichtig. Spec. Gew. 7,3. Ist arseniksaures Bleioxyd mit Chlorblei. $3Pb_2As + PbCl$. Neben der Arsensäure findet sich auch die mit ihr isomorphe Phosphorsäure bisweilen darin. Kommt auf Bleigängen vor. Johann-Georgenstadt. B.

Arsenikblende s. Schwefelarsenik.

Arsenikblüthe ist natürliche arsenige Säure.

Arsenikeisen, Arsenikalkies, Axotomer Arsenikkies, krystallisirt in rhombischen Säulen von $122^{\circ}26'$, die Krystalle sind klein, nadelförmig, undeutlich; ferner derb und eingesprengt, namentlich in Serpentin. Silberweiss, stark glänzend, schmelzbar, entwickelt vor dem Löthrohr Arsenikgeruch. Spec. Gew. 7,2. Ist Arsenikeisen Fe_2As_3 . Kommt zu Reichenstein in Schlesien vor und dient zur Darstellung der arsenigen Säure. Ein anderes natürliches Arsenik von Fossum in Norwegen hat die Zusammensetzung $FeAs_2$. Zwischen silberweiss und stahlgrau. Spec. Gew. 7,09. — Scheerer: Pogg. Ann. L. p. 153.) B.

Arsenikglanz, gediegenes Arsenik, mit Wismuth gemengt.

Fand sich auf einem Gang im Gneiss bei Geringswalde, im Erzgebirge auf der Grube Palmbaum. B.

Arsenikkies (Mispickel) kommt in zweigliedrigen Krystallen, derb und eingesprengt vor. Silberweiss, grau oder gelblich angefaulen. Spec. Gew. 6,0—6,2. Giebt vor dem Löthrohr Arsenikgeruch, ist Schwefeleisen mit Arsenikeisen $\text{Fe} + \text{Fe As}_2$. Freiberg, Reichenstein und Kupferberg in Schlesien. Wird zur Darstellung des Arsens, der arsenigen Säure und Schwefelarsensik gebraucht. B.

Arsenikkobalt, Speiskobalt, findet sich derb, eingesprengt und in regulären Oktaedern, Dodekaedern und Würfeln. Lebhaft metallisch glänzend, zinnweiss und stahlgrau. Spec. Gew. 6,5. Zusammensetzung Co As_2 . Wird zur Darstellung der Smalte verbraucht. Kommt auf Gängen vor bei Saalfeld, im Siegenschen, zu Riechelsdorf in Kurhessen u. s. w.

Mehrere Verbindungen derselben Metalle, bei hüttenmännischen Processen erhalten, haben Scheerer und Francis analysirt. (Pogg. Ann. L. p. 513.) B.

Arseniknickel krystallisirt nach dem regelmässigen System, in Würfeln, Octaedern, Dodekaedern, derb und eingesprengt. Metallisch glänzend, stahlgrau. Spec. Gew. 7,1. Zusammensetzung Ni As_2 . Eine andere natürliche Verbindung von Arsenik mit Nickel führt wegen ihrer lichtkupperrothen Farbe den Namen Kupfernichel, enthält aber kein Kupfer. Krystalle derselben sind noch nicht beobachtet. Spec. Gew. 7,5—7,7. Zusammensetzung Ni As_2 . Beide finden sich zu Riechelsdorf in Kurhessen, das letzte auch in Sachsen, Thüringen u. s. w. auf Kobaltgängen und dient zur Darstellung des Nickels. Das erste Arseniknickel ist selten. B.

Arsenikrothgülden s. Rothgültigerz.

Arseniksäure $\overset{\circ}{\text{As}} = 1440,08$; in 100 Th. 65,28 A.; 34,72 Sauerstoff; wird erhalten, wenn man arsenige Säure in einem Gemenge aus 1 Th. Salzsäure und 12 Th. Salpetersäure auflöst, wobei sich die arsenige Säure auf Kosten der Salpetersäure oxydirt. Man dampft dann die Masse ein, und erhitzt so stark, dass sich die Salzsäure und Salpetersäure verflüchtigen. Arseniksäure bleibt zurück.

Eigenschaften. Die so erhaltene Arseniksäure ist weiss, löst sich sehr langsam in Wasser, verbindet sich aber mit demselben zu einem Hydrat, welches bei gewisser Concentration und niedriger Temperatur krystallisirt, aber leicht wieder zerfliesst. Die wasserhaltige Arseniksäure ist leicht löslich in Wasser und darum viel giftiger als die arsenige Säure. Sie schmilzt in geringer Glühhitze, in noch höherer Temperatur wird sie in arsenige Säure und Sauerstoffgas zerlegt. B.

Arseniksaure Salze sind den entsprechenden phosphor-

sauren mit 3 At. Basis, da beide Säuren isomorph sind, in allem ähnlich. Sie sind feuerbeständig, wenn die Basis es ist; mit Kohle erhitzt, geben sie den von gediegenem Arsenik herrührenden Knoblauchgeruch. Salpetersaures Silberoxyd bringt in ihnen einen braunen Niederschlag hervor. Das zweifach arseniksaure Kali wird in der Kattundruckerei gebraucht und durch Zusammenschmelzen gleicher Theile arseniger Säure und Salpeter erhalten. Es bildet luftbeständige, farblose, quadratische Säulen. In der Natur kommt die Arseniksäure verbunden vor mit: Nickeloxyd (Nickelblüthe), Kobaltoxyd (Kobaltblüthe), Kupferoxyd (Erinit, Olivenit, Kupferglimmer, Euchroit, Linsenerz), Bleioxyd (Arsenikbleierz) und Eisenoxyd und Eisenoxydul (Würfelerz). B.

Arsenikwasserstoffgas, $H_3As = 977,52$, ein farbloses, knoblauchartig riechendes, höchst giftiges Gas, das durch starken Druck oder eine Temperatur von -40° condensirbar ist. Man erhält es am leichtesten rein, wenn man Schwefelsäure, Zink und eine Auflösung von arseniger Säure zusammenbringt. In der Glühhitze zerlegt es sich in seine Bestandtheile, ebenso wird es zersetzt von Salpetersäure, den Lösungen von Jod, Brom, salpetersaurem Silberoxyd, ferner, wenn man es über leichter reducirbare Metalle leitet, wobei entweder Wasser und arsenige Säure, oder Wasser und Arsenik sich bilden. 1 Maass Wasser löst $\frac{1}{4}$ Maass von diesem Gase; die braunen Flocken, welche sich aus einer solchen Auflösung an der Luft abscheiden, sind Arsenik.

Die Leichtigkeit, mit der dieses Gas auf die angegebene Weise sich bildet, hat James Marsh zur Entdeckung der bei Vergiftungen oft vorkommenden arsenigen Säure in thierischen Körpern, in gerichtlich medicinischen Untersuchungen benutzt. Man säuert die verdächtige Masse mit arsenikfreier (die englische ist es nicht immer) Schwefelsäure an, und legt ein Stück reines Zink hinein. Das sich entwickelnde Gas enthält Arsenikwasserstoffgas, welches, wenn man es durch eine feine Oeffnung ausströmen lässt und anzündet, auf eine darüber gehaltene Glas- oder Porzellantafel metallisches Arsenik absetzt. Dasselbe geschieht, wenn man es durch ein an einer Stelle glühend gemachtes Glasrohr leitet. Selbst ein Milligramm arsenige Säure giebt, auf diese Weise behandelt, noch eine deutliche Reaction. — Da Antimonpräparate die nämlichen Erscheinungen zeigen (vergl. Antimonwasserstoff), und Brechweinstein, der Antimonoxyd enthält, leicht als Arznei in den Körper gelangen kann, so könnte der metallische Anflug auch von Antimon herrühren: Um sich hierüber Gewissheit zu verschaffen, befeuchtet man den Metallfleck mit Königswasser, wodurch das Metall oxydirt wird, und giesst einige Tropfen Schwefelwasserstoffwasser darauf, welches die Metalle schwefelt. Wird der Fleck rein citronengelb (Schwefelarsenik), so rührt er von Arsenik her, ist er orangefarben (Schwefelantimon), von Antimon. (Pogg. Ann. XLII. p. 161. 563. und XLIII. p. 390.) Nach einer anderen, von Berzelius angegebenen Methode, bei Vergiftungen die Gegenwart des Arsens nachzuweisen, macht man die klare, gefärbte oder ungefärbte thierische Flüssigkeit mit Salzsäure sauer, und leitet Schwefelwasserstoffgas bis zur Sättigung hinein. Es setzt sich hier-

bei gelbes Schwefelarsenik ab, welches man abfiltrirt, trocknet und in eine an einem Ende zugeschmolzene Röhre von $\frac{1}{4}$ inneren Durchmesser hineinbringt. Auf das Schwefelarsenik legt man einige $\frac{1}{4}$ —1 Zoll lange Splitter einer porösen Holzkohle, die man zuvor mit einer Auflösung von kohlen-saurem Natron getränkt, getrocknet und schwach geglüht hat. Die Glasröhre wird hierauf vor der Kohle in eine feine Spitze ausgezogen, über einer Spirituslampe die Kohle glühend gemacht, und dann das Schwefelarsenik in die Flamme gebracht, welches dadurch über die Kohle hin sublimirt wird. Das Natrium in derselben nimmt den Schwefel aus dem Schwefelarsenik auf, und das Arsenik sublimirt in den ausgezogenen Theil der Röhre. B.

Artessische Brunnen s. Quellen.

Arthanatin syn. mit Cyclamin.

Asa dulcis. Ein wenig gebrauchter Name für das Benzoe-harz, im Gegensatz zu Asa foetida. M.

Asa foetida. Gummi asae foet., Stinkasand, Teufelsdreck, ist der eingedickte Milchsaft der Wurzel einer Umbellifere, Ferula Asa foetida L., welche in Persien (Chorassan und Laer) wächst. Die Sorte, welche aus zusammengebackenen weissen, an der Luft röthlich werdenden Körnern besteht, wird für die beste gehalten (Asa foetida in granis), geringer ist die braunrothe, mit fremden Stoffen verunreinigte, welche Asa foetida in massis genannt wird. Sie besitzt einen starken Knoblauchgeruch, und einen höchst widerlichen scharfen, bitteren Knoblauchgeschmack. Nach der Analyse von Brandes sind darin enthalten: 48,8 Th. Harz, welche fast gänzlich in Aether löslich sind, 19,4 Gummi mit Spuren von äpfelsaurem, essigsurem, schwefelsaurem und phosphorsaurem Kali und Kalisalzen, 6,4 Basorin, 6,2 schwefelsaures Kali, 0,4 äpfelsaurer Kalk, 3,5 kohlen-saurer Kalk, 0,4 Thonerde und Eisenoxyd, 4,6 Sand, 6 Wasser, Spuren von Phosphor und 4,6 ätherisches Oel. Dieses, die Ursache des starken Geruchs, kann durch Wasser von dem Harze abdestillirt werden, ist aber in demselben auflöslich und enthält nach Zeise's Untersuchung Schwefel; scheint dem Senföl und dem Thialöl ziemlich ähnlich zu sein. Die Asa foetida ist in Wasser und Alkohol zum Theil, in saurem oder alkalischem Alkohol gänzlich löslich. M.

Asand, stinkender s. Asa foetida.

Asarin (Asar, Haselwurzelcampher). In der Wurzel von Asarum europaeum entdeckte Goertz eine eigenthümliche krystallisirbare Substanz, welche später von Lassaigne und Feneulle (N. Trommd. Journ. Bd. V. p. 72.) von Graeger (Diss. de asaro europ. Goett. 1830.), und von Blanchet und Sell (Ann der Pharm. Bd. VI. p. 297.) untersucht wurde. — Wenn man die Asarumwurzel mit 8 Th. Wasser destillirt, so findet man im Retortenhalse die Substanz krystallisirt,

zum Theil aber auch auf dem Boden der milchigen Flüssigkeit; auf derselben schwimmt das Asarumöl; dieses verwandelt sich nach und nach in Asarin, so wie das Alantöl in Helenin übergeht. Bei diesem geschieht jedoch die Umwandlung schneller. Die abfiltrirte, schwach erwärmte Substanz wird in Alkohol umkrystallisirt. Es stellt dann farblose, durchsichtige, perlmutterglänzende sechsseitige Tafeln dar, welche aromatisch, nach Campher riechen und schmecken. Spec. Gew. 0,95. Es schmilzt bei 40° C., erstarrt erst wieder bei 27° C., wird in der Hand weich wie Wachs; siedet bei 280° C., die Temperatur steigt aber bald bis auf 300° C., wobei es anfängt sich zu zersetzen, so dass es dann erst wieder bei 23° C. erstarrt. Es ist nicht unverändert sublimirbar; sein Dampf reizt zum Husten. Wasser löst es schwer, Alkohol leicht. Salpetersäure erzeugt damit Oxalsäure, Schwefelsäure färbt es roth und verwandelt es in ein braunes, durch Wasser ausscheidbares Harz. Blanchet und Sell fanden es zusammengesetzt aus 69,61 C; 7,74 H; 22,65 O, woraus sie die Formel ableiten $C_8H_8O_2 = 69,48 C; 7,78 H; 22,74 O$. Sie meinen, das Asarin sey das Hydrat des Asarumöls. s. dieses. M.

Asarin. Denselben Namen wie die vorhergehende Substanz hat eine bittere, gleichfalls in der Haselwurzel enthaltene Verbindung bekommen, welche von Lassaigue und Feneulle für dem Cytisin ähnlich erklärt worden ist. Sie scheint einen Hauptbestandtheil der Wurzel auszumachen. M.

Asarit. Graeger hat in der Haselwurzel noch eine Substanz aufgefunden, welche dem ersten Asarin sehr ähnlich ist. Vielleicht sind seine davon abweichenden Eigenschaften durch einige Verunreinigungen bedingt worden. Blanchet und Sell vermuthen, es könne das Stearopten des Asarumöls sein. M.

Asarumöl. Das rohe Asarumöl (s. Asarin) wird über Kalkhydrat rectificirt und einige Tage mit Chlorcalcium in Berührung gelassen, wobei es Wasser verliert und Stearoptenkrystalle (Asarit oder Asarin) absetzt. Es ist gelblich, dickflüssig, leichter als Wasser, baldrianartig scharf riechend, wenig in Wasser, leicht in Alkohol löslich, auch in Aether, fetten und flüchtigen Oelen. Die Zusammensetzung des Oeles fanden Blanchet und Sell 75,41 C; 9,76 H; 14,83 O. Die Formel, welche sie dafür aufstellen, weicht sehr von diesen Zahlen ab. Sie nehmen C_8H_8O , als den Ausdruck für die Verbindung an; diese giebt 79,65 C; 7,32 H; 13,02 O. Wenn diese Abweichung durch eine Verunreinigung des Oeles herbeigeführt worden ist, so ist sie in jedem Falle zu gross, als dass es möglich wäre, einen Schluss auf den Zusammenhang zwischen dem Asarin und dem Oele zu machen. M.

Asbest, ein fasriges, aus Kieselsäure, Magnesia, Kalkerde und Eisenoxyd bestehendes Mineral, von weisser, grauer, grüner oder brauner Farbe. Spec. Gew. 2,5—2,9. Der Name (von *ἀσβεστος* unauslöschlich) soll die Unzerstörbarkeit im Feuer andeuten; in hoher Gluth schmilzt jedoch Asbest. Der lang- und parallelfasrige heiss Amiant und wird zur Verfertigung unverbrennlicher Zeuge gebraucht,

die nach Aldini mit einem aus Drath geflochtenen Panzerhemd umgeben, und von der zur Rettung bei Feuersgefahr behülflichen Mannschaft Pompiers angelegt werden. Man webt ihn mit Flachs und zerstört die Flachsfäden über Feuer. Auch die Alten verfertigten Asbestleinwand; die Reichen hüllten ihre Todten darin ein, damit beim Verbrennen derselben Asche und Gebeine nicht verunreinigt würden. Ferner dient Asbest zu Papier, Lampendochten, in den Flaschen für Feuerzeuge. Die spröde, wenig biegsame Varietät heisst Asbest, ihre Fasern sind fest verwachsen. Beim Holzasbest sind die Fasern krumm und weniger biegsam, beim Bergkork, Bergleder, wie verfilzt und elastisch biegsam.

Asbest kommt auf Lagern in Glimmerschiefer, Serpentin, in der Schweiz, in Tyrol, Frankreich, Sachsen, Schlesien u. s. w. vor; er verhält sich vor dem Löthrohr und in seiner veränderlichen Zusammensetzung der Hornblende sehr ähnlich und einige Abänderungen möchten nur feinfasrige Hornblende sein. B.

Asbolin. Braconnot stellte aus dem Flatterruss einen besonderen Stoff dar, indem er diesen mit Wasser auskochte, die Lösung abdampfte, das Extract in Wasser löste und mit Chlorwasserstoffsäure versetzte, den pechartigen Niederschlag mit etwas kaltem Wasser mischte, mit Wasser auskochte, die Flüssigkeit stehen liess, filtrirte, abdampfte, und diese letztere Operation so oft wiederholte, bis sich der Rückstand völlig in Wasser löste. Die Flüssigkeit wurde wieder abgedampft, und die eingetrocknete, firnissartige Masse mit Alkohol digerirt; die alkoholische Lösung wurde abgedampft und mit Aether ausgezogen, welcher nach dem Verdunsten das Asbolin (von *ασβόλη* der Russ) hinterliess. Es stellt ein gelbes, scharfes, bitteres, nicht flüchtiges Oel dar, welches leichter als Wasser, mit heller Flamme brennt, bei der Destillation Ammoniak liefert, wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether, nicht in Terpenthinöl und fetten Oelen löslich ist, wohl aber mit gelber Farbe in Salpetersäure, mit der es Welter'sches Bitter und Oxalsäure liefert. Alkalien färben die wässrige Lösung dunkelroth, Bleizucker fällt sie pommeranzenroth, eben so Gerbsäure und salpetersaures Silberoxyd, welches aber nach einiger Zeit reducirt wird. Ann. de Chim. et de Phys. XXXI. 46. M.

Asche. Die Pflanzen nehmen während ihres Wachsthums mit den organischen Stoffen aus der Dammerde auch verschiedene unorganische Substanzen auf, welche von der Zersetzung der die Erdoberfläche ausmachenden Mineralkörper, Granit, Porphyr, Basalt u. s. w. herrühren. Wenn die Pflanzen verbrannt werden, so bleiben die unorganischen Bestandtheile zurück, und bilden die Asche, welche aus löslichen und unlöslichen Verbindungen besteht. Zu den erstern gehören kieselsaures, schwefelsaures, phosphorsaures, kohlen-saures und salzsaures Kali und Natron; zu den unlöslichen: Kieselsäure, kohlen-saure und phosphorsaure Kalkerde, kohlen-saure Talkerde, Eisenoxyd und Manganoxyd. Die Basen mit Kohlensäure waren in der lebenden Pflanze hauptsächlich wohl an Pflanzensäuren gebunden, welche bei der Verbrennung zerstört und in Kohlensäure verwandelt wurden. Dass bei der Hitze auch Kohlensäure aus einigen Bsaen, wie Kalkerde, ausgetrieben wird, lässt sich vermuthen, und

Berthier, der Untersuchungen über die Asche angestellt hat, fand auch, dass die Kohlensäure in der Asche nicht hinreicht, die Basen zu sättigen. Die im Innern der Länder wachsenden Pflanzen enthalten kohlenstoffsaures Kali (Pottasche), die am Meere kohlenstoffsaures Natron (Soda), zwei wichtige Produkte, derentwegen die Asche der hieran reichhaltigen Gewächse gesammelt wird. Krautige Pflanzen, Zweige und Blätter geben im Allgemeinen mehr Pottasche als holzige. War Holz lange Zeit Luft und Regen ausgesetzt, oder lag es im Wasser, so vermindert sich dadurch sein Gehalt an Kalisalzen, die aufgelöst und fortgeführt werden. Es ist übrigens weder der Aschengehalt derselben Pflanzenspecies gleich, noch der verschiedenen Theile des nämlichen Gewächses, sondern es finden hierbei Differenzen nach Alter, Standort und einzelnen Theilen statt. Auch der unlösliche Rückstand ausgelaugter Asche findet zu mancherlei Zwecken Anwendung: zur Heerdmasse beim Abtreiben des Silbers, zu Kupellen u. s. w. Die Asche der Braun- und Steinkohlen, welche Ueberreste vorweltlicher Pflanzen sind, so wie die des Torfs enthalten dieselben Bestandtheile. Folgende Angaben sind aus den Untersuchungen von Berthier, Karsten und Anderer entnommen:

Name der verbrannten Substanz.	Aschengehalt in pCt.	100 Th. Asche enthalten		Pottasche in 100 Th. der verbrannten Substanz.
		lösliche	unlösliche	
Bestandtheile.				
Eichenholz	2,5	12,0	88,0	0,153
Eichenrinde	6,0	5,0	95,0	0,420
Lindenholz	5,0	10,8	89,2	—
Birkenholz	1,0	16,0	84,0	—
Weizenstroh	4,4	19,0	81,0	0,39
Bohnenstengel	—	—	—	2,00
Brennnesseln	—	—	—	2,5
Disteln	—	—	—	3,53
Wermuthkraut	—	—	—	7,3
Buchenholzkohle	3,0	15,5	84,5	—

Der Torf giebt im Mittel 10—12 pCt., in äusserst seltenen Fällen nur 1 pCt. Asche. Bei den Braunkohlen schwankt die Aschenmenge zwischen 1,7—13,4 pCt., bei den Steinkohlen zwischen $\frac{1}{2}$ —28 pCt. Für metallurgische Zwecke ist die Kenntniss des Aschengehalts eines Brennmaterials oft sehr wichtig, und welchen Werth sie für die Physiologie der Pflanzen hat, ist von Liebig gezeigt in dessen *Agricultur-Chemie* p. 25. ff. s. Kelp, Varek.

Vulkanische Asche ist staubförmige Lava.

B.

Asclepin. Aus *Asclepias vincetoxicum* hat Feneulle durch Fällung des Wurzelextracts mit Bleizucker, Filtration, Abscheiden des überschüssigen Bleies, Abdampfen, und Ausziehen des Rückstandes mit Alkohol, Abdampfen und Ausziehen mit Wasser einen gelben, hygroskopischen, stickstofffreien, in Alkohol, Aether und Wasser löslichen, durch Bleiessig, nicht aber Bleizucker, Sublimat und Gerbsäure fällbaren Stoff erhalten, welcher schon in wenigen Granen emetisch wirkt. *Journ. de Pharm.* XI. p. 305. M.

Asparagin, Asparamid, Althaein, Agédoil. Vauquelin und Robiquet fanden in den Sprossen des *Asparagus officinalis* zuerst diese Substanz, von welcher später Henry und Plisson nachwiesen, dass sie identisch sey mit dem aus der Althaeawurzel von Bacon dargestellten Althaein; Robiquet's Agédoil aus der Süssholzwurzel ist gleichfalls derselbe Stoff, der sich ferner noch in der Wurzel von *Symphytum* off., in allen Kartoffelarten und nach Biltz auch in dem Belladonna-Extract findet. Am besten stellt man das Asparagin aus der Althaeawurzel dar, und zwar am leichtesten, indem man sie nach Boutron-Charlard und Pelouze (Pogg. Ann. Bd. XXVIII. p. 184. XXXI. p. 222.) mit der vierfachen Menge von kaltem Wasser auszieht, und die Flüssigkeit bis zur Syrupdicke eindampft. Wittstock (Pogg. Ann. XX. p. 346.) zersetzt zuerst den mit ausgezogenen Zucker durch Gährung, und glaubt auch durch diesen Process das Asparagin zu erzeugen, welches nicht in der Pflanze selbst fertig vorkomme. Auch mit Kalkwasser kann man die Wurzel maceriren, aus der abgepressten Flüssigkeit den Kalk durch kohlen-saures Ammoniak niederschlagen, filtriren und zur Syrupconsistenz eindampfen. Das umkrystallisirte Asparagin bildet farblose, durchsichtige rhombische Prismen oder Oktaëder, von 1,519 spec. Gew. (+ 14° C.), ist geruchlos, schmeckt fade und ekelerregend, knirscht zwischen den Zähnen, verändert sich nicht an der Luft. Bei 120° C. verliert es sein Krystallwasser 11,91 pCt. Aq. Es ist bei 13° C. in 50 Th. Wasser löslich, leichter in heissem, und krystallisirt in erkaltender Lösung sehr schön. In Alkohol, Aether und Oelen ist es unlöslich. Einer hohen Temperatur ausgesetzt, liefert es ammoniakalische Produkte; Säuren und Basen zerlegen es in der Wärme in Asparaginsäure und Ammoniak. Schon das Sieden unter hohem Druck, bei 150° C. bringt diese Umwandlung hervor. Pelouze glaubte, es sey allein der hohe Druck dazu hinreichend; Erdmann zeigte indess, dass selbst ein Druck von 30 Atmosph. keine Veränderung bewirkte. (Journ. f. prakt. Chem. XX. p. 69.) Die Zusammensetzung des Asparagins ist von Boutron-Charlard und Pelouze angegeben worden; später hat Liebig die Analyse wiederholt, und zwar mit anderen Resultaten. (Pogg. Ann. XXXI. p. 220.) Ich habe dieselbe Zusammensetzung wie Liebig gefunden. (Journ. f. prakt. Chem. XX. p. 264.) Darnach besteht das krystallisirte Asparagin aus $C_8H_{12}N_4O_6$ oder aus 32,35 C; 6,60 H; 18,73 N; 42,32 O; es enthält 2 At. Wasser oder 11,91 pCt.; das wasserfreie besteht aus $C_8H_{10}N_4O_6$ oder 36,74 C; 5,94 H; 21,27 N; 36,05 O. Vergl. Asparamid. M.

Asparaginsäure, Aspartsäure. Durch Zersetzung des Asparagins in der Wärme, durch Behandlung mit Säuren oder Basen entsteht neben Ammoniak diese Säure, welche von Henry und Plisson dargestellt worden ist. (Ann. de Chim. et de Phys. XXXV. p. 172.) Man stellt sie am leichtesten dar, wenn man Asparagin so lange mit Kali kocht, bis kein Ammoniak mehr entwickelt wird, die Masse mit Salzsäure übersättigt, bis zur Trockne im Wasserbade abdampft und den Rückstand mit kaltem Wasser auszieht. Die Säure bleibt weiss und rein zurück, und wird in kochendem Wasser noch einmal umkrystallisirt. Sie stellt dann zarte, seidenglänzende

Krystalle dar, welche in 125 Th. Wasser von 8,5° C. löslich sind, aber unlöslich in Alkohol. Sie röthet Lackmuspapier, ist aber eine schwache Säure. In der Hitze zerlegt sie sich ähnlich wie das Asparagin, wird in der Wärme von concentrirter Schwefelsäure, aber nicht von Salpetersäure zersetzt. Sie besteht aus $C_8H_{14}N_2O_8$ oder 36,51 C; 5,21 H; 10,51 N; 47,77 O; ist also Asparagin minus Ammoniak; $C_8H_{10}N_4O_8 - N_2H_6$. Bis zu 120° C. erhitzt, verändert sie sich nicht. In Verbindung mit Basen verliert sie 2 At. *Aq.* oder 13,43 pCt. An die Stelle des Wassers treten 2 At. Metalloxyd; die wasserfreie Säure enthält $C_8H_{10}N_2O_6$. Das Silbersalz enthält 66,67 pCt. *AgO* = 2 At. M.

Asparamid. Boutron-Charlard und Pelouze hatten die Zusammensetzung des Asparagins zu $C_8N_4H_{16}O_8$ gefunden, und die der Asparaginsäure zu $C_8N_2H_{12}O_6 + Aq.$ sie glaubten daher in dem Asparagin eine Amidverbindung zu sehen; eine Ansicht, die sich, auch wenn man jene Formeln annehmen wollte, jedoch nicht mit unserer Vorstellung über die Amide vereinigen lässt. M.

Asphalt, auch Erdpech und Judenpech genannt, findet sich hauptsächlich am todtten Meere, wo er auf dem durch Salzgehalt specifisch schwereren Wasser schwimmt und leicht gewonnen wird. Auch in den neuesten Bildungen der Erdoberfläche, besonders in Neufchatel und dem Königreich Neapel, sehr reichlich bei Münster in Westphalen (Pogg. Ann. XLVII. p. 397.) trifft man ihn an. Von Farbe ist er schwarz, auf dem Bruche glänzend und muschelrig, undurchsichtig, von 1,07—1,65 spec. Gew., wird durch Reiben negativ elektrisch, schmilzt bei 100° C., verbrennt leicht mit stark russender Flamme und lässt wenig Asche von Thonerde, Kieselerde und Eisenoxyd. Oft wird der Asphalt mit Schwarzpech und Bernsteincolophonium verfälscht.

Wasser löst gar nichts, absoluter Alkohol $\frac{1}{8}$ der Masse. Abdampft hinterlässt dann dieser Alkohol ein klebriges in Aether auflösliches, gelbes Harz. Der in Alkohol unlösliche Theil giebt an Aether eine grosse Menge eines braunen, in ätherischen Oelen auflöselichen Harzes, doch erhält man von diesem Harz weniger bei Asphaltten verschiedener Fundorte z. B. bei dem von Coxitambo. — Ueber den in Aether und Alkohol unauflöselichen Theil siehe den Art. Asphaltén. — In fetten Oelen und Kalilauge löst sich nach den Varietäten eine verschiedene Menge des Asphaltes auf, in kohlensaurem Kali aber gar nichts. — Zu erwähnen ist noch die Einwirkung von Schwefel- und Salpetersäure, welche beide zersetzend den Asphalt theilweise in künstlichen Gerbstoff verwandeln. — Technische Anwendung findet der Asphalt verschiedenartig in der Oelmalerei, Kupferstecherkunst und Lackirarbeit, dann neuerdings mit Sand gemengt, zu Dächern und Trottoiren, ja sogar mit Chaussésteinen gemengt, zu wirklichem Strassen-, besonders Brückenpflaster. —

N. Jahrb. f. Min. 1838. 547.; Klaproth's Beiträge. III. 315. Berzelius: Jahresb. XIX. 320. Journ. de Phys. XCIV. 128. Ann. der Pharm. XXIII. 261. Journ. f. prakt. Chem. XVIII. 315. Dingler: polyt. Journ. XV. 337, und LXV. 430., auch LXVII. 320. M.

Asphaltén nennt Boussingault (Ann. de Chim. et de Phys. LXIV. 141.; auch Ann. der Pharm. XXIII. 261.), den Theil des Asphaltés, der von Alkohol und Aether nicht aufgelöst wird, und von einigen Varietäten, z. B. der aus Coxitambo, bei weitem den grössten Theil ausmacht. Dieser Stoff ist glänzend schwarz, in Stein- und Terpenthinöl leicht auflöslich, schmilzt gleich über 300° ohne Zersetzung und ist nach Boussingault procentisch und formular folgendermassen zusammengesetzt: 75,5 C; 9,9 H; 14,8 O = $C_{20}H_{32}O_3$. M.

Astatische Nadel nennt man jede Magnetnadel, welche der Erdmagnetismus in keine bestimmte Richtung zu stellen strebt. Astatisch ist sonach eine Nadel, deren Drehungsaxe in der Richtung der magnetischen Neigung sich befindet, und die sich daher nur in einer auf der Richtung der Erdkraft senkrechten Ebene bewegen kann. Man wendet hierzu als Drehungsaxe zwei feine Stahlzäpfchen an, deren Träger mit einer Vorrichtung verbunden sind, die sich nach Art eines Aequatoreals in jedes Azimuth und in jede Neigung stellen lässt.

Ein anderes Mittel, eine Nadel astatisch zu machen, ist, dieselbe mit einer zweiten Nadel selbst, und zwar so zu verbinden, dass der Erdmagnetismus ihnen gleiche aber entgegengesetzte Bewegung zu ertheilen strebt. Hierzu ist nur erforderlich, zwei gleich stark magnetische Nadeln an den Enden eines Stabes so zu befestigen, dass ihre Richtungen mit der Richtung desselben zusammenfallen, und dass sie dabei ihre gleichnamigen Pole einander zukehren und nachgehends den Stab gleich einer Boussolenadel auf einer Spitze zu balanciren.

Noch gebräuchlicher und zu Galvanometern angewendet, sind zwei gleich starke horizontale und einander parallele Nadeln, deren Pole entgegengesetzt gewendet sind, und deren Mitten man durch ein vertikales Stäbchen mit einander verbunden hat. Ein in der Mitte der oberen Nadel befestigter Seidenfaden dient ihnen zum Träger. R.

Atakamit s. Chlorkupfer.

Athanor s. Acanor.

Athermane Körper s. Wärme, strahlende.

Athmen. Der chemische Process des Athmens ist bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien derselbe, wenn auch die Apparate, in denen dasselbe vor sich geht, bei diesen verschiedenen Thierklassen verschieden ist. Die Lungen, in denen das Athmen vor sich geht, sind bei den niederen Thieren, z. B. Fröschen, Schildkröten grosse Säcke, welche in mehr oder weniger grosse Abtheilungen getheilt sind, und bei den Säugethieren eine dichte Verwebung von Blutgefässen und Luftzellen darstellen. Aus der Luftröhre gehen die Brönchialäste in die Lungen hinein, welche in feine Verzweigungen sich theilend, endlich mit den Luftzellen communiciren, die selbst unter einander in Verbindung stehen, und daher unter knisterndem Geräusch, das namentlich bei Kindern, Schwindsüchtigen etc. stark ist, durch die Luftröhre aufgeblasen werden können. Auf diesen Lungenzellen breiten sich die Blutgefässe in ausserordentlich kleinen Aesten aus, und setzen auf diese Weise zwar nicht das Blut in un-

mittelbare Berührung mit der Luft, gestatten jedoch durch die feinen Wände eine Einwirkung beider aufeinander. Das mit Lymphe und Chylus vermischte venöse Blut (s. Blut), welches aus dem Körper in die rechte Herzkammer zurückkehrt, wird aus dieser durch die Lungenarterie (welche also venöses Blut führt, daher auch die Structur der Venen besitzt) in die Lungen geführt, wo es durch Verzweigung in unzählige feine Aestchen auf den Zellen ausgebreitet, sodann in grössere Stämme (Venenstämme), wieder vereinigt und endlich durch die Lungenvenen (welche jetzt arterielles Blut führen, daher auch die Structur der Arterien besitzen) in die linke Herzkammer geführt wird, nachdem es dem Respirationsprocess ausgesetzt gewesen ist.

Das schwarze oder dunkelrothe Venenblut wird auf diese Weise in hochrothes Arterienblut verwandelt, eine Umwandlung, welche durch Behandlung von Blut mit Sauerstoffgas auch ausserhalb des Körpers erfolgt, und sogar auf die Weise, dass man sie in einem mit Venenblut gefüllten Beutel von Goldschlägerhäutchen, den man in Sauerstoffgas aufhängt, bemerkt. Man hat früher geglaubt, es sey eine Art von Verbrennung des Kohlenstoffs, welche das Venenblut, durch Kohlenstoff schwarz gefärbt, von diesem befreie. In der That wird auch Kohlensäure bei dem Ausathmen ausgehaucht, wodurch jene Meinung noch mehr unterstützt schien. Der Sauerstoffgehalt der eingeathmeten Luft verschwindet zum grössten Theile, und statt seiner wird ein ähnliches Volumen Kohlensäure ausgeathmet. Bei den Pflanzenfressern wird $\frac{1}{10}$, bei Fleischfressern $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ des eingeathmeten Sauerstoffs nicht als Kohlensäure ausgeathmet, sondern wird vermuthlich durch die Haut als solche ausgedunstet. Der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft wird verschieden angegeben, bleibt aber wahrscheinlich nach Davy und Prout zwischen 3,3 und 4,6 pCt. Der letztere fand eine Schwankung nach Tageszeit, Temperament, Befinden u. s. w. Durch Dulong und Despretz wurde zuerst nachgewiesen, dass mehr Stickstoff ausgeathmet wie eingeathmet würde. Der Sauerstoff wird beim Einathmen von dem Blut mechanisch absorbiert (wie von jeder Flüssigkeit), ebenso der Stickstoff, doch in geringerer Menge als er in der Luft enthalten ist, da alle Flüssigkeiten Sauerstoff und Stickstoff in einem anderen Verhältniss als 21:79 (30:70) absorbiren. Bei dem Kreislauf durch den Körper wird der Sauerstoff in Kohlensäure verwandelt, welche in dem Blute aufgelöst bleibt und in der Lunge jetzt durch den hinzutretenden Sauerstoff verdrängt wird. (Magnus). Die Kohlensäure, welche im Blut aufgelöst ist, färbt dasselbe schwarz, sowohl in dem Körper, als ausserhalb desselben, und verdrängt man diese durch Sauerstoff aus dem Blut, so wird dieselbe hochroth, wie Arterienblut. In sauerstoffreicher Atmosphäre stirbt das Thier, durch eine nicht erklärte, bald eintretende Reaction; mehrere Gasarten, z. B. Kohlenoxydgas wirken als Gift; dagegen wird Stickstoffoxydul völlig eingeathmet, bringt jedoch Betäubung hervor. Durch venöses Blut geleitet, färbt es dieses purpurroth. Die niederen Thiere athmen durch Kiemen, durch die ganze Haut, doch scheint der chemische Process ähnlich dem der höheren Thiere zu sein. Vergl. Müller: Physiol. Bd. I. Aufl. 3. p. 324. Vergl. Art. Blut.

M.

Atmologie s. Verdunstungslehre.

Atmometer s. Verdunstungsmesser.

Atmosphäre (*ἀτμός* Dampf, *σφαῖρα* Kugel) bedeutet die Dunsthülle oder Lufthülle eines Weltkörpers; zunächst die der Erde. Man darf in derselben alle Stoffe voraussetzen, die unter den gewöhnlichen Temperaturen in den luftförmigen Aggregatzustand übergehen, so wie alle diejenigen, welche als luftförmige Erzeugnisse der natürlichen chemischen Zersetzungen fortdauernd auf der Oberfläche der Erde entstehen. Es ist auch nicht anzunehmen, dass diese verschiedenartigen Gasarten, die sich an der Oberfläche der Erde entwickeln, ihrer specifischen Schwere entsprechend, über einander lagern. Vielmehr bildet jede Gasart gewissermaassen ihre eigene, wenn auch durch den Einfluss der anderen etwas modificirte Atmosphäre um die Erde, da sie alle für einander durchdringlich sind. Obwohl demnach sehr viele Gasarten in der Atmosphäre neben einander bestehen müssen, so zeigt die chemische Untersuchung doch nur wenige an, woraus sich schliessen lässt, dass die übrigen in so geringen Quantitäten vorhanden sind, dass sie sich den chemischen Reagentien entziehen. Die wesentlichen Bestandtheile derselben sind Sauerstoff und Stickstoff. Gay-Lussac und A. Humboldt haben Luft aus verschiedenen Höhen und zu verschiedenen Zeiten einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen (Gilb. Ann. XX. 38.) und sehr übereinstimmend 21 Th. Sauerstoff neben 79 Th. Stickstoff aufgefunden. Dies Resultat ist auch durch spätere Untersuchungen bestätigt. (Gilb. Ann. XXVI. 101.) Wenn nun gleich beide Bestandtheile durchaus nicht chemisch verbunden sind, sondern nur ein Gemenge bilden, so ist das Constante dieses Verhältnisses in allen bis jetzt untersuchten Regionen der Atmosphäre doch der Grund, dass man ein in diesem Verhältniss verbundenes Gemenge beider Gasarten als reine atmosphärische Luft bezeichnet. In der freien Luft ist diesem Gemenge ein geringer Antheil von Kohlensäure beigegeben, dessen Grösse weniger constant, im Mittel von Berzelius auf $\frac{1}{1000}$ des Ganzen gesetzt wird. Wasserstoffgas ist in der freien Luft nicht bemerkbar, ausser in der Nähe solcher Stellen, an denen es ununterbrochen entwickelt wird, z. B. bei den Kratern feuer-speiender Berge. Ein sehr merkwürdiger aber zugleich wechselnder Bestandtheil der Atmosphäre ist der Wasserdunst, über dessen Verhalten im Artikel Hygrometer genauer gehandelt wird. Dass zu gewissen Zeiten und an gewissen Orten miasmatische Substanzen (s. Miasma) in der Luft vorhanden sind, ist nach den zahlreichen Erfahrungen über ansteckende Krankheiten unbezweifelt, doch es ist der Chemie noch nicht gelungen, das Wesen dieser Stoffe zu bestimmen. Das oben erwähnte constante Verhältniss der beiden Hauptbestandtheile unserer Atmosphäre ist bemerkenswerth, da der Sauerstoff der Luft durch so viele chemische Vorgänge auf der Erdoberfläche vermindert werden muss. Beim Verbrennen, beim Athmen, beim Oxydiren der Metalle, bei der Fäulniss organischer Substanzen u. dgl. wird der Atmosphäre fortdauernd Oxygen entzogen. Es muss in der Natur Prozesse geben, durch welche dieser Abgang ersetzt wird. Man hat einen solchen, nach Priestley's erster Entdeckung

(Experiments and observations on air. Birmingham 1774—1786.) in der Eigenschaft der Vegetabilien gefunden, welche die Kohlensäure zersetzen. Bei diesem Vegetationsprocess wird im lebenden Zustande der Pflanzen, unter Einwirkung des Sonnenlichts auf die Blätter, eine grosse Menge Sauerstoffs frei, die nach Muncke (Gilb. Ann. XXXIII. 428. u. XXXIV. 296.) ausreicht, um den Verlust zu ersetzen. Da die Pflanzen aber auch zur Nachtzeit Sauerstoff einathmen, so bleibt dieser Erklärungsgrund noch fraglich. Man vergl. Berzelius' Chemie Bd. I. p. 257. — Dass die Atmosphäre nach dem Mariotte'schen Gesetze mit dem Abstände von der Erde immer dünner werdend, eine Gränze haben müsse und nicht, wie jenes Gesetz verlangt, in unendlicher Verdünnung sich über den ganzen Raum verbreitet, ist aus mehreren Gründen einleuchtend. Reichte die Atmosphäre der Erde bis zum Monde, so müsste nach dem Gravitationsgesetz auch um diesen Weltkörper eine Verdichtung derselben eintreten, viel bedeutender, als die schwachen Spuren einer vermutheten Mondatmosphäre bemerken lassen. Die Erscheinung der Dämmerung (s. d.) lässt ebenfalls auf eine Grenze der Atmosphäre schliessen und die Entfernung dieser Grenze von der Erdoberfläche auf 10—27 geographische Meilen bestimmen. — An dieser Grenze ist die Dünneheit derselben gewiss geringer, als im Guerikeschen Vacuum. — Die Nothwendigkeit einer solchen Grenze ergibt sich aus den Wirkungen der Expansivkraft und der Schwerkraft. Erstere strebt die Lufttheilchen zu trennen und giebt ihnen von der Erde abwärts eine gewisse Geschwindigkeit c ; letztere treibt die Lufttheilchen gegen den Mittelpunkt der Erde hin mit einer Geschwindigkeit k . An der Oberfläche der Erde ist $c < k$. Beide nehmen mit der Erhebung über die Oberfläche ab; aber c viel bedeutender als k . Es ist dadurch eine Entfernung bedingt, wo $c = k$. Das ist die Grenze der Atmosphäre. Die Abnahme von c ist schwer zu bestimmen, weil das Gesetz der Wärmeabnahme, welches auf die Bestimmung der Expansivkraft der Luft in verschiedenen Höhen Einfluss hat, nicht bekannt ist. Daher berechnet Schmidt (Gilb. Ann. LXII. p. 309.) nach einer Hypothese über diese Wärmeabnahme $7\frac{1}{2}$ — $6\frac{3}{4}$ Meilen, noch eine andere $27\frac{1}{2}$ — $27\frac{1}{5}$ Meilen. Die erstere der Zahlen bestimmt jedesmal die Höhe am Aequator, die letztere, die an den Polen. Wenn übrigens die Luft nach hydrostatischem Gesetze über der Erde schwebte und durchweg die Dichtigkeit der untersten, die Erde zunächst berührenden Schicht hätte, so würde ihre Höhe der unserer höchsten Berge gleich kommen, und beinahe 24600 Fuss erreichen. Die ganze Atmosphäre würde einen Raum von einer halben Trillion Cubiktoisen einnehmen und etwa $9\frac{1}{2}$ Trillion Pfund wiegen.

Unter Voraussetzung einer gewissen Grenze der Atmosphäre kann nach der Gestalt dieser Lufthülle unseres Planeten gefragt werden. Die Untersuchung hat wegen der Unsicherheit über die Wärmewirkung in der Atmosphäre viel Schwieriges. Im Allgemeinen folgt aus Laplace's und Zach's Berechnungen (M. Corr. XXI. p. 214.) dass die Gestalt eine sphäroidische ist, deren kurze Axe mit der Erdaxe gleiche Lage hat. Als Abplattung findet sich nahe $\frac{1}{317}$. Die Beobachtungen des mittleren Barometerstandes geben dieser Berechnung eine Stütze. Dass sich auch in der Atmosphäre der Einfluss der

Sonne und des Mondes, wie in den Erscheinungen der Ebbe und Fluth auf dem Meere zeigt, ist in dem Artikel Barometerschwankungen ausgeführt. Die der Atmosphäre eigenthümliche Farbe ist blau; alle ihr beigemengten Wasserdünste entbehren dieser Farbe. Daher erscheint die heitere, wolkenfreie und durch Dünste ungetrühte Luft vollkommen blau. Die Bläue des Himmels wird dadurch ein Zeichen der Reinheit der Luft. Vergl. Kymometer. A.

Atmosphäre, elektrische. Der Raum, welcher diejenigen Punkte umfasst, in denen ein elektrischer Körper eine merkliche vertheilende Wirkung ausübt (also noch Anziehungs- und Abstossungs-Phänomene hervorzurufen im Stande ist), heisst die elektrische Atmosphäre dieses Körpers. Dass die Ausdehnung derselben mit der elektrischen Spannung des Körpers wächst und von der Beschaffenheit der umliegenden Luft (d. h. von deren isolirender Kraft) abhängt, versteht sich von selbst. R.

Atmosphärischer Druck s. Luftdruck.

Atom von *ἄτομος* unzerscheidbar. Ueber das Wesen der Materie haben sich zwei Hypothesen gebildet, die atomistische und die dynamistische. Dieser zufolge ist die Materie das Resultat zweier sich entgegenwirkender Kräfte, nach jener besteht sie aus kleinen untheilbaren Körpern, Atomen; die eine Gestalt haben und Raum einnehmen. Die Vorstellung von Atomen hat zuerst Demokrit (von Abdera) gehabt, der durch die Behauptung der Eleaten, dass die Materie continuirlich und bis ins Unendliche theilbar sey, darauf geführt wurde. Könnte man, sagte Demokrit, die Materie bis in's Unendliche theilen, so müsste man zuletzt auf Theile ohne Ausdehnung kommen, aus deren Vereinigung nie ein Körper, der Ausdehnung besitzt, entstehen kann. Die Theilbarkeit muss daher eine Gränze haben, und zuletzt Theilchen geben, denen Ausdehnung und Gestalt zukommt, die aber nicht weiter getheilt werden können. Diese Ansicht fand bei den Alten und Neuern Beifall, doch ist sie von den Letzteren nicht selten so in's Kleinliche und Abgeschmackte ausgeführt worden, dass andere philosophische Schulen mit Geringschätzung solches Treiben der Atomisten betrachten mussten. Wenn Gassendi Zwischenräume sich zwischen den Atomen dachte, und diese durch Kräfte auseinander gehalten, so liegt darin nichts Widersinniges, wenn er aber auch die Töne, die Gerüche, Wärme und Kälte, das Licht u. dgl. aus Atomen construirt, und für die Atome jeder Substanz eine eigenthümliche Gestalt ersinnt, so gerieth er hier in Verirrungen, in welche noch Viele nach ihm verfielen.

Bei dem Allen ist nicht zu läugnen, dass die atomistische Vorstellungsweise gewisse Betrachtungen im Gebiet der Naturwissenschaften wesentlich erleichtert, und es lassen sich namentlich die chemischen Erscheinungen auf so überraschende Weise mit ihr in Einklang bringen, dass sie hier wenigstens durch keine andere Hypothese gegenwärtig zu verdrängen ist. Man hat sich desshalb in neuester Zeit vielfach bemüht, irgend eine Thatsache ausfindig zu machen, welche mit Bestimmtheit auf das Dasein von Atomen hinweise, doch blieben alle derartigen Bestrebungen ohne Erfolg.

Die atomistische Theorie, wie sie gegenwärtig den aus der Erfahrung entnommenen Lehrsätzen der Chemie zur Erklärung dient, rührt von Dalton her, welcher die Principien derselben zuerst in seinem 1807 publicirten neuen System der Chemie vollständig entwickelte. Dieser Theorie zufolge bestehen die Körper aus untheilbaren Atomen, deren Grösse und Gestalt unerörtert bleibt, von denen wir aber mit Bestimmtheit wissen, dass sie in ungleichen Materien verschiedene Schwere besitzen. Wir kennen auch Methoden, das relative Gewicht derselben zu ermitteln (vergl. Atomgewicht), aus denen sich ergibt, dass, wenn das Atom Sauerstoff 100 wiegt, dann

1 At. Wasserstoff	das Gewicht	6,2398 hat.
1 - Stickstoff	- -	88,52
1 - Chlor	- -	221,32
1 - Schwefel	- -	201,16
1 - Phosphor	- -	196,14
1 - Tellur	- -	801,76
1 - Arsenik	- -	470,04
1 - Kobalt	- -	368,99
1 - Blei	- -	1294,50
1 - Wismuth	- -	886,92
1 - Kupfer	- -	395,69
1 - Quecksilber	- -	1265,82
1 - Silber	- -	1351,61

Wenn sich zwei Körper mit einander verbinden, so legen sich die Atome des einen an die des anderen und hieraus erklärt man sich die constanten Gewichtsverhältnisse und multiplen Gewichte in den Verbindungen (vergl. Aequivalent). Die Anzahl der Atome ist immer eine sehr einfache, sie bilden ein zusammengesetztes Atom. Ein solches ist physikalisch eben so untheilbar zu denken, wie das eines elementaren Stoffes, es ist aber noch durch chemische Kräfte theilbar.

Dalton nahm an, dass, wenn es zwischen zwei Körpern nur eine Verbindung giebt, diese 1 Atom von jedem Bestandtheil enthalte, und wenn es mehrere giebt, stets auf 1 Atom des einen, 1, 2, 3, u. s. w. Atome des anderen kämen. Diese Annahme hat sich aber als unhaltbar erwiesen. Die relative Anzahl der Atome ist wenigstens in den unorganischen Verbindungen stets eine sehr beschränkte, aber doch so einfach nicht, wie sie Dalton sich vorstellte. Ein entscheidendes Kriterium, soviel man auch darnach gesucht hat, giebt es hierüber noch nicht, sondern man lässt sich dabei von folgenden Anhaltspunkten leiten.

1) Wenn ein Körper mehrere Oxydationsstufen hat, und es findet sich darunter eine Säure oder eine starke Basis, so geht die Bestimmung von diesen aus. Man betrachtet die starken Basen zusammengesetzt aus 1 At. Radikal und 1 At. Sauerstoff, und hiernach richten sich die anderen Verbindungen; z. B. Kupfer giebt mit Sauerstoff 3 Oxyde, worin verbunden sind:

100 Th. Sauerstoff mit	791,4 Kupfer	zu Kupferoxydul,
100 - - -	395,7 - -	- - Kupferoxyd,
100 - - -	197,8 - -	- - Kupfersuperoxyd.

Das Oxyd ist eine starke Salzbasis, seine Zusammensetzung daher 1 At. Sauerstoff und 1 At. Kupfer. Das leicht zersetzbare Oxydul

enthält doppelt so viel Kupfer, also besteht es aus 1 At. Sauerstoff und 2 At. Kupfer. Das Superoxyd ist keine Salzbasis mehr, es enthält auf dieselbe Quantität Kupfer doppelt so viel Sauerstoff als das Oxyd, also enthält es 1 At. Kupfer und 2 At. Sauerstoff.

In den Säuren ist der Sauerstoff ein Multiplum vom Sauerstoff der Basis in den neutralen Salzen; hieraus lässt sich die Atomenzahl des Sauerstoffs der Säure finden; z. B.:

100 Th. Schwefel geben mit	49,7	Sauerstoff die	Unterschweflige Säure,
	- 99,4	-	- Schweflige Säure.
	- 124,2	-	- Unterschwefelsäure.
	- 149,1	-	- Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure hat in den neutralen Salzen dreimal mehr Sauerstoff als die Basis. Wenn diese 1 At. Sauerstoff enthält, so hat die Schwefelsäure 3 At., folglich müssen in den Schwefelverbindungen nach einander 1, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 Atome Sauerstoff sein, weil sich die Sauerstoffmengen wie 1:2:2 $\frac{1}{2}$:3 verhalten. Da $\frac{1}{2}$ Atom der Idee eines Atoms widerspricht, so lässt man die Zusammensetzung der Unterschwefelsäure 2 At. Schwefel + 5 At. Sauerstoff statt 1 At. Schwefel + $2\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff sein. Eine gleiche Veränderung lässt man zur Vermeidung von Brüchen in ähnlichen Fällen eintreten.

2) Gay-Lussac fand, dass wenn sich gasförmige Körper verbinden, 1 Volumen des einen genau mit 1, 2, 3 u. s. w. Volumen des anderen sich vereinigen. Da nun die Gase alle gleich comprimierbar und ausdehnbar sind, so schliesst man daraus, dass in den Gasen die Atome gleich weit von einander abstehen, und in gleichen Volumen gleich viel Atome enthalten seyen.

Verbinden sich also

1 Vol. Sauerstoff	und 2 Vol. Wasserstoff	zu Wasser,
1 - Sauerstoff	- 2 - Stickstoff	- Stickoxydul,
1 - Wasserstoff	- 1 - Chlor	- Chlorwasserstoff,
3 - Wasserstoff	- 1 - Stickstoff	- Ammoniak.

so folgert man daraus, dass

1 Atom Wasser	aus 1 At. Sauerstoff u. 2 At. Wasserstoff	bestehe,
1 - Stickoxydul	- 1 - Sauerstoff - 2 - Stickstoff	
1 - Chlorwasserstoff	- 1 - Wasserst. - 1 - Chlor	
1 - Ammoniak	- 3 - Wasserst. - 1 - Stickstoff.	

Leider erstreckt sich diese Methode, die relative Anzahl der Atome zu bestimmen, nur auf wenige Körper, und auch unter diesen sind einige Fälle beobachtet, die da beweisen, dass man der Volumentheorie nicht unbedingt und überall folgen darf, wenn man nicht in Widersprüche mit anderen Thatsachen gerathen will. Dieser Fall kommt vor beim Schwefel, Phosphor, Arsenik und Quecksilber. Die Schwefelsäure und andere Verbindungen des Schwefels ergeben das Atomgewicht desselben zu 201, denn 49,7 Sauerstoff : 100 Schwefel = 100 (1 At.) Sauerstoff : $x = 201$ (1 At.) Schwefel (vergl. oben). Aus der directen Wägung fanden Dumas und Mitscherlich, dass 1 Vol. Schwefeldampf 603 d. i. 3. 201 wiegt, wenn man 1 Vol. Sauerstoff = 100 setzt. Entweder muss man also das Atomgewicht des Schwe-

fels = 603 setzen und dann, um die relativen Gewichtsmengen wieder richtig zu erhalten, die Schwefelsäure aus 1 At. Schwefel und 9 At. Sauerstoff, und, ähnlich verändert, die anderen Verbindungen betrachten, was mit allen übrigen Verhältnissen gar nicht in Einklang zu bringen ist, oder man muss annehmen, dass in 1 Vol. Schwefel dreimal mehr Atome enthalten sind als in 1 Vol. Sauerstoff, was doch auch gegen die Volumtheorie ist.

Wegen der Aehnlichkeit des Phosphors und Arsens mit dem Stickstoff in Betreff ihrer chemischen Eigenschaften hat man Ursache, das Phosphor- und Arsenikwasserstoffgas aus 1 At. Phosphor oder Arsenik mit 3 At. Wasserstoff analog dem Ammoniak zu betrachten. Hiernach wird das Atomgewicht des Phosphors = 196, des Arsens 470. Der Versuch directer Wägung ergab für jenen 392, für dieses 940, die Volumtheorie giebt also hier das doppelte Atomgewicht als die Analogieen, die man ohne Nachtheil für die Wissenschaft noch nicht aufgeben kann.

Aus dem Quecksilberoxyd findet sich das Atomgewicht des Quecksilbers = 1266, die Wägung seines Dampfes giebt nur 633. Wollte man nach diesem das Atomgewicht bestimmen, so enthielte das Oxyd 2 At. und das Oxydul 4 At. Metall auf 1 At. Sauerstoff, wozu es noch an Analogieen fehlt*).

3) Dulong und Petit fanden, dass das Produkt aus dem Atomgewicht und der spec. Wärme nachstehender Körper eine constante Zahl giebt:

	Spec. Wärme.	Atomgewicht.	Produkt.
Schwefel	0,1880	201,1	37,90
Gold	0,0298	1243,0	37,04
Platin	0,0314	1215,2	38,16
Zinn	0,0514	735,3	37,79
Kupfer	0,0949	395,7	37,55
Blei	0,0293	1294,5	37,93
Zink	0,0927	403,2	37,38
Nickel	0,1035	369,7	38,26
Eisen	0,1100	339,2	37,31

Das Mittel aus den Zahlen der letzten Columne ist 37,70. Fände sich dieses Verhalten bei allen übrigen Elementen wieder, so hätte man nur nöthig in einem zweifelhaften Fall mit der spec. Wärme des Körpers in 37,7 zu dividiren. Allein bei folgenden stimmt dies Produkt nicht mit dem obigen.

	Spec. Wärme.	Atomgewicht.	Produkt.
Tellur	0,0912	801,7	73,14
Kobalt	0,1498	369,0	55,27
Wismuth	0,0288	886,9	25,54
Silber	0,0575	1351,6	75,18

*) Doch böte das Silber eine solche dar. Vergl. weiter unten das über Isomorphie Gesagte.

Bei Tellur und Silber sind diese Produkte das doppelte, beim Wismuth $\frac{2}{3}$, beim Kobalt $\frac{2}{3}$ von 37.7. Man könnte hiernach die Atomgewichte modificiren und überall 2 Atome Tellur oder Silber setzen, wo man bisher 1 At. annahm, und ebenso beim Wismuth $\frac{2}{3}$ und beim Kobalt $\frac{2}{3}$, allein dann gerieth man in andere Inconsequenzen. So ist z. B. Kobaltoxydul mit Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd isomorph, und muss hiernach aus 1 At. Kobalt und 1 At. Sauerstoff bestehen; wollte man der spec. Wärme folgen, so müsste es $\frac{2}{3}$ At. Kobalt auf 1 At. Sauerstoff, oder um Brüche zu vermeiden aus 3 At. Kobalt und 2 At. Sauerstoff bestehen, was gegen die Isomorphie streitet, und dem Kobaltoxyd eine ganz unstatthafte Zusammensetzung ertheilen würde. Man wird also die spec. Wärme zu Rathe ziehen, ohne ihr allein zu folgen.

4) Den besten Anhalt giebt der Isomorphismus. Schwefelsäure, Selensäure, Chromsäure und Mangansäure geben alle mit derselben Basis gleich krystallisirende Salze, sie können sich darin vertreten, ohne dass eine Formänderung eintritt, man hält desshalb dafür, dass sie gleiche Atomenzahlen haben. Ist daher eine in dieser Beziehung bekannt, wie z. B. Schwefelsäure, die aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff besteht, so enthalten auch alle anderen auf 1 At. Radikal 3 At. Sauerstoff. Vom Aluminium kennt man nur ein Oxyd, die Thonerde, welche isomorph mit Eisenoxyd und Manganoxyd ist, von denen man weiss, dass sie aus 2 At. Radikal und 3 At. Sauerstoff bestehen, also ist auch die Thonerde so zusammengesetzt. Das Chromoxyd ist ebenfalls mit ihnen isomorph, es enthält also auch 3 At. Sauerstoff und 2 At. Chrom. Diess stimmt sehr gut mit der Chromsäure, in der sich zwar auch 3 At. Sauerstoff befinden, die aber dennoch doppelt so viel Sauerstoff enthält als das Oxyd, weil in ihr nur 1 At. Chrom mit 3 At. Sauerstoff verbunden ist. Die eine der zwei Schwefelverbindungen des Kupfers ist isomorph mit dem Schwefelsilber, von ersterer hat man Grund anzunehmen, dass sie aus 2 At. Metall und 1 At. Schwefel bestehe; man schliesst daher, dass auch in dem Schwefelsilber 2 t. Silber mit 1 At. Schwefel verbunden seyen, und dass desshalb das bisherige Atomgewicht des Silbers 1351,6 halbirt werden müsse, wie es auch die spec. Wärme verlangt (vergl. oben). Das Silberoxyd enthielte dann ebenfalls 2 At., das Oxydul 4 At. Metall auf 1 At. Sauerstoff, aber auch das mit dem Silberoxyd isomorphe Natron müsste dann ebenso abgeändert werden, wesshalb man noch zögert, diese Aenderung in dem Atomgewicht des Silbers vorzunehmen.

Bis jetzt ist, wie gesagt, der Isomorphismus das beste Bestimmungsmittel für die relative Atomenzahl, obwohl es auch hier an Fällen, dass Körper von gleicher Krystallgestalt erweislich verschiedene Zusammensetzung haben, nicht fehlt. s. Isomorphismus. B.

Atomgewicht. Die atomistische Theorie nimmt an, dass die Körper aus Atomen bestehen, die in ungleichartigen Materien verschieden schwer sind. Wählt man das Gewicht des Atoms von irgend einem Stoffe als Einheit, wozu ziemlich allgemein das des Sauerstoffatoms angenommen ist, dessen Gewicht man = 100 setzt, so lässt sich finden, wieviel mal leichter oder schwerer das Atom

jedes anderen Stoffes ist, und die Zahl, welche diess anzeigt, heisst sein Atomgewicht. Bei einfachen Körpern bestimmt man dasselbe in den meisten Fällen durch die genaue Analyse einer Sauerstoffverbindung desselben, in der man die relative Atomenzahl zuvor ermittelt hat. Wie diess geschieht, ist unter Atom angegeben. Vom Bleioxyd weiss man, dass es aus 1 At. Blei und 1 At. Sauerstoff besteht, aus der Analyse ergibt sich, dass es dem Gewichte nach aus 92,83 pCt. Blei und 7,17 Sauerstoff zusammengesetzt ist. Jeder Körper kann aber als das Vielfache seiner Atome angesehen werden, folglich muss auch in seinem Atom dasselbe Gewichtsverhältniss stattfinden, und also das Bleiatom 92,83 wiegen, wenn der Sauerstoff 7,17 wiegt, oder wenn diess = 100 gesetzt wird, das Bleiatom = 1294 sein, welche Zahl demnach das Atomgewicht des Blei's ist. — Die Phosphorsäure besteht aus 43,96 pCt. Phosphor und 56,04 Sauerstoff, und 1 At. derselben aus 5 At. Sauerstoff und 2 At. Phosphor. Da 1 At. Sauerstoff = 100, so wiegen 5 At. = 500. Kommen aber auf 56,04 Sauerstoff 43,96 Phosphor, so kommen auf 500 Sauerstoff 392 Phosphor. Dies sind 2 Atome, folglich wiegt 1 At. 196, Atomgewicht des Phosphors.

In den gasförmigen Körpern enthalten gleiche Volumina gleichviel Atome (vergl. Atom), mithin muss das spec. Gew. der Gase auch das Gewichtsverhältniss der Atome ausdrücken, und nähme man nicht die atmosphärische Luft, sondern den Sauerstoff zur Einheit, so wären die spec. Gewichte, wenn man das Komma um zwei Stellen nach rechts rückt, gradezu die Atomgewichte. Das spec. Gew. des Sauerstoffs ist = 1,1026. Dividirt man hiermit das spec. Gew. einer anderen Gasart und multiplicirt mit 100, weil der Sauerstoff nicht 1, sondern 100 angenommen wird, so erhält man ihr Atomgewicht; z. B.

	Spec. Gew.		Atomgewicht.
Sauerstoff	1,1026	$\times \frac{100}{1,1026}$	100
Wasserstoff	0,0688	-	6,2398
Chlor	2,440	-	221,3
Stickstoff	0,976	-	88,5

Wenn Kohle in Sauerstoffgas verbrennt, und dieses dadurch vollständig in Kohlensäure umgewandelt ist, so hat sich sein Volumen nicht geändert, das spec. Gew. ist aber von 1,1026 auf 1,524 gestiegen und der Kohlenstoff gasförmig geworden. Die Kohlensäure besteht aus 1 At. Kohlenstoff und 2 At. Sauerstoff, d. h. auf Gase bezogen 1 Vol. Kohlenstoff und 2 Vol. Sauerstoff. Geht also 1 Vol. Sauerstoff in Kohlensäure über, so nimmt es $\frac{1}{2}$ Vol. Kohlenstoff auf, dessen Gewicht $(1,524 - 1,1026) = 0,4214$, mithin das spec. Gew. des ganzen Volumens $0,8428$, das Atomgewicht des Kohlenstoffs also $0,8428 \cdot \frac{100}{1,1026} = 76,4$.

Das Atomgewicht der zusammengesetzten Körper ist die Summe aus den Atomgewichten der Bestandtheile, weil die Verbindung der Körper durch Aneinanderlegen der Atome entsteht. Es besteht

Schwefelsäure		Bleioxyd	
aus 1 At. Schwefel	= 201	1 At. Blei	= 1294
3 - Sauerstoff	= 300	1 - Sauerstoff	= 100
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
1 At. Schwefels.	= 501	1 At. Bleioxyd	= 1394

Die Kenntniss des Atomgewichts macht es möglich im Voraus zu bestimmen, wieviel von zweien Körpern zu ihrer Verbindung erforderlich ist, ohne dass ein Rest bleibt. Da man weiss, dass 501 Th. wasserfreie Schwefelsäure genau von 1394 Th. Bleioxyd gesättigt werden, so ist leicht zu berechnen, wieviel zur Sättigung jeder andern Quantität Schwefelsäure gehört. Aus diesem Grunde sind die Atomgewichte auch Mischungsgewichte oder chemische Proportionen genannt worden. Einige Körper haben die Eigenschaft, nur zu zwei Atomen oder Multipeln davon Verbindungen einzugehen, wie z. B. Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, Ammoniak u. a. Dass hier 2 At., z. B. 2 At. Wasserstoff im Wasser angenommen werden müssen, ergibt sich aus der Volumentheorie. Diese Doppelatome, die man in der Formel durch einen Querstrich andeutet, haben in letzter Zeit zu einer Unterscheidung der Wörter Atomgewicht und Aequivalent Anlass gegeben, der früher nicht existirte. Man versteht nämlich oft unter Aequivalent, unabhängig von jeder Hypothese, allein die Gewichtsmenge, in der sich die Körper verbinden, also wird das Aequivalentgewicht in allen Fällen, wo Doppelatome vorkommen, dem doppelten Atomgewicht, in den übrigen mit dem Atomgewicht gleich sein.

Einige Chemiker, namentlich englische, nehmen den Wasserstoff als Einheit an. Man wird also die nach dem Sauerstoff berechneten Atomgewichte auf Wasserstoff reduciren, wenn man sie mit 100 dividirt und 16,026 multiplicirt, weil $100 : 6,2398 = 16,026$; durch Multiplication mit $\frac{100}{16,026}$ bringt man folglich die nach Wasserstoff angegebenen auf Atomgewichte für Sauerstoff = 100. (Vergl. Aequivalent.

Atomvolumen s. Volumen.

Atropasäure. Eine Säure, deren Existenz schon Peschier andeutete, erhält man nach Richter, wenn man die ammoniakalische Flüssigkeit, die bei Fällung des Atropins (s. dies. Art.) durch Abrauchen des Ammoniaks beraubt, sie mit Kali sättigt, mit Thierkohle entfärbt, bis zur Trockne abdampft, dann mit Schwefelsäure zersetzt und das Ganze krystallisiren lässt. Richter entscheidet noch nicht, ob es eine eigenthümliche Säure sey, er giebt nur einstweilen an, dass sie flüchtig und keine Benzoësäure sey. Journ. f. prakt. Chem. XI. 33. M.

Atropin. Ein nach langen, sehr vagen und widersprechenden Angaben endlich doch seit 1832 von Mein, Geiger und Hess als in Wurzeln und Blättern von *Atropa Belladonna* vorkommendes Pflanzenalkaloïd anerkannter Stoff, dessen Atomgew. 3662 und Formel $C_{24}H_{16}N_2O_8$ (Ann. der Pharm. VII. 269.) nach Liebig's Angaben ist. — Zuletzt ist von Richter (Journ. f. prakt. Chem. XI. 29.) eine Darstellungsweise angegeben, welche die letztere von Mein, und die

noch ältere von Geiger und Hess unnöthig macht. — Man zieht 8 Pfund gepulverte Belladonnawurzel mit kaltem Wasser aus, erwärmt es auf 20° R., bringt es in Holzgefässen durch Bierhefe zur geistigen Gährung, die den Zucker zerstört, filtrirt nach 3 Tagen und scheidet Eiweiss und Hefe durch Hitze ab. Zur Extractdicke abgedampft, scheidet man in der Flüssigkeit das Atropin von der an dasselbe gebundenen Atropasäure durch Ammoniak ab und zieht das Ganze mit Weingeist aus, befreit es vom Weingeist wieder durch Destillation und behandelt den Rückstand wieder mit Ammoniak und darnach mit Weingeist. Nach einigem Schütteln thut man Aether hinzu, schüttelt wieder und lässt das Ganze eine Zeit lang ruhen. Darnach kann man die fast wasserhelle, ätherisch geistige Tinctur decantiren, und nachdem man durch Destillation allen Weingeist und Aether entfernt und den Rückstand mit wenig Wasser befeuchtet hat, scheidet sich durch hinzugesetztes Ammoniak das Atropin als gelblich-brauner Niederschlag aus. Um das so erhaltene Atropin zu reinigen, schmilzt man es unter Wasser im Wasserbade, erwärmt es dann mit seinem 16fachen Gewichte Wassers und sättigt es mit sehr verdünnter Schwefelsäure (1 Säure auf 19 Wasser) setzt dann $\frac{1}{2}$ vom Gewichte des Atropins Blutlaugenkohle hinzu, erhitzt bis zum Kochen und filtrirt dann. Die durchgegangene Flüssigkeit dampft man unter Umrühren ab, bis kleine spiessartige Krystalle erscheinen, und wenn man die so erhaltene concentrirte Lösung von schwefelsaurem Atropin mit Ammoniak übergiesst, so erhält man den reinen Stoff als weissen Niederschlag.

Aus heisser wässriger Lösung krystallisirt es schon beim Erkalten, aus alkoholischer nur durch Verdampfen in farblosen Nadeln. Es ist geruchlos, aber von bitterem, stechendem Geschmack und reagirt stark alkalisch, es zersetzt sich sehr leicht und erfordert daher Genauigkeit und Vorsicht bei der Bereitung.

Auch in den Salzen ist es leicht zersetzbar, doch weniger als im freien Zustand. Die Salze bilden sich ganz leicht (indem man die in Wasser aufgelösten Säuren mit dem Alkaloid sättigt) und ein Theil derselben erscheint in schönen Krystallen, ein anderer als eine gummiähnliche Masse.

Ann. der Pharm. I. p. 68. 230. 333. V. p. 36. 44. VI. 66. VII. p. 269. Journ. f. prakt. Chem. XI. p. 29. M.

Attalo s. Orleans.

Auflösung, Solution. Die Flüssigkeiten äussern gegen viele feste, flüssige und luftförmige Körper eine Anziehung, die grösser ist als diejenige, mit welchen diese zusammenhängen. Die letzteren verlieren daher in der Flüssigkeit ihren Zusammenhang, und vertheilen sich so vollständig darin, dass sie auch mit den vollkommensten Mikroskopen nicht mehr darin zu erkennen sind, sondern mit der Flüssigkeit eine durchaus homogene Masse, eine Auflösung, bilden. In der Regel hat die auflösende Kraft eine Gränze; eine Flüssigkeit kann von einem Körper nur ein bestimmtes Quantum auflösen, und wenn dies Maximum erreicht ist, so nennt man sie gesättigt oder concentrirt. Es giebt indess auch Ausnahmen; Weingeist, Schwefelsäure u. a. lösen sich in jedem Verhältniss in Wasser, wiewohl Erhitzung

und Raumverminderung beim Mischen auch auf bestimmte chemische Verbindungen hindeuten.

Das wichtigste Auflösungsmittel ist das Wasser, die Auflösungen darin sind am besten gekannt, und wenn man ohne weiteren Beisatz einen Körper löslich nennt, so heisst dies in Wasser. Mehrere Umstände haben auf die Lösbarkeit einer Substanz Einfluss, am meisten die Temperatur. Von festen Körpern nimmt das Wasser gewöhnlich desto mehr auf, je heisser es ist, z. B. Salpeter, Alaun, Zucker; Kochsalz dagegen löst sich bei allen Temperaturen in gleicher Menge auf, schwefelsaures Natron (Glaubersalz) ist bei 33° C. am löslichsten, darüber und darunter weniger. Aetzende Kalkerde, Magnesia, salpetersaures Natron, Manganchlorid, schwefelsaures Mangan- und Ceroxydul lösen sich sogar in kaltem Wasser in grösserer Menge als in heissem. — Gase sind durchgängig in kaltem Wasser löslicher als in warmem, und können durch Hitze vollständig ausgetrieben werden. Man hat ausserdem bemerkt, dass unter den Gasen diejenigen am meisten sich lösen, welche leicht in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt werden können, wie Chlorwasserstoffgas, Ammoniakgas u. s. w.

Die Auflöslichkeit wird ferner durch Vergrösserung der Oberfläche an dem aufzulösenden Körper befördert, weil er dadurch mit einer grösseren Menge der Flüssigkeit in Berührung kommt. Deshalb pulvert man die Körper und rührt sie in der Flüssigkeit um, damit nicht eine schwerere, bereits gesättigte Auflösung sie von der noch ungesättigten oben befindlichen trenne. Um eine gesättigte Auflösung zu erhalten, schüttet man einen Ueberschuss des aufzulösenden Körpers in die Flüssigkeit, und lässt ihn damit längere Zeit stehen, oder man dampft eine nicht gesättigte Auflösung so lange ab, bis sich ein Salzhäutchen auf ihr bildet, welches andeutet, dass die Flüssigkeit nicht mehr fähig ist, alles Aufgelöste an sich zu halten. Lässt man die heisse und concentrirte Auflösung einer Substanz erkalten, die in der Kälte weniger löslich ist als in der Wärme, so krystallisirt beim Erkalten ein Theil heraus, und es bleibt noch so viel in dem Wasser, als dasselbe bei der niedrigeren Temperatur gelöst halten kann, z. B. Bittersalz, Weinstein u. s. w.

Bringt man in eine Auflösung einen Körper, der in der Flüssigkeit sich leichter löst, als der schon darin befindliche, so wird dieser oft ausgeschieden. Setzt man z. B. zu einer gesättigten Auflösung von Chlorbarium Salzsäure, so wird jenes gefällt; Alkohol schlägt viele Salze aus ihrer concentrirten Auflösung in Wasser, dieses dagegen die Harze aus ihrer Lösung in Alkohol nieder. Bisweilen löst eine Salzlösung von einem anderen Salz noch mehr als reines Wasser von demselben lösen würde, so z. B. löst sich Salpeter in einer Kochsalzauflösung in grösserer Menge als in einer gleichen Quantität Wasser. Sättigt man Wasser mit zwei Salzen, die bei ihrer Auflösung keine gegenseitige Zersetzung erleiden, so vollständig, dass noch ein ungelöster Rückstand von beiden bleibt, so finden sich beide Salze in der gesättigten Auflösung bei derselben Temperatur stets in demselben Verhältniss. Diese constanten Mischungsgewichte der Salzaufösungen unterscheiden sich von den Mischungsgewichten oder Äquivalenten der eigentlichen chemischen Verbindungen nur dadurch,

dass sie von der Temperatur abhängig sind und mit dieser variiren. (Karsten: Bericht der Preuss. Akad. zu Berlin. 1840. p. 226. 242.)

Man darf eine Auflösung nicht als eine sehr feine mechanische Vertheilung eines Stoffes in dem Lösungsmittel ansehen. Dagegen spricht der Umstand, dass in einer hohen Flüssigkeitssäule gleiche Volumina aus den oberen und untersten Schichten gleichviel von dem aufgelösten Körper selbst nach langem Stehen enthalten. Andererseits unterscheiden sie sich von den eigentlichen chemischen Verbindungen durch die Veränderlichkeit ihres Siedepunktes, durch die geringe Veränderung der Eigenschaften in den aufgelösten Körpern, so wie durch die Wiederherstellung aller dieser Eigenschaften nach dem Verdampfen der auflösenden Flüssigkeit. Es giebt indessen auch Verbindungen, die sich in dem einen oder anderen dieser Punkte so sehr den Auflösungen nähern, dass zwischen beiden eine scharfe Gränze zu ziehen kaum möglich ist. Man denke nur an die Hydrate der Schwefelsäure. Man kann die Auflösungen als eine Mittelstufe zwischen mechanischen Gemengen und chemischen Verbindungen ansehen, in welche sie hinüberführen. Letztere sind stets um so fester, je ungleicher die chemische Natur der sich vereinigenden Stoffe ist, und sie werden desto schwächer, je ähnlicher die Bestandtheile der Verbindung sind. Auflösungen aber finden hauptsächlich zwischen chemisch ähnlichen Substanzen statt; so lösen sich die Metalle in dem metallischen Quecksilber; die Salze, meist oxydirte Körper, im Wasser; die wasserstoffreichen Fette und Harze in den eben so beschaffenen Oelen. Die Auflösung ist der Anfang der chemischen Kraft.

Gewöhnlich nennt man noch einen anderen Vorgang, wobei ebenfalls ein fester Körper in einer Flüssigkeit verschwindet, Auflösung. Wenn nämlich ein Metall in einer Säure auf Kosten des Wassers in derselben, wie Zink in Schwefelsäure, oder auf Kosten eines Theils der Säure sich oxydirt, wie Kupfer in Salpetersäure, und das entstandene Oxyd mit der Säure sich zu einem Salze verbindet, so sagt man auch, Zink habe sich in Schwefelsäure, Kupfer in Salpetersäure gelöst. Eben so verhält es sich, wenn eine Basis von einer flüssigen Säure zu einem löslichen Salze, z. B. Bleioxyd von Essigsäure, aufgenommen wird. In diesen Fällen aber haben entweder Zersetzungen stattgefunden, oder die chemische Beschaffenheit der Substanzen ist dabei ganz verändert worden, und in keinem Falle lässt sich durch blosses Abdampfen das Metall oder die Basis wieder herstellen.

B.

Auge. Von der Einrichtung des menschlichen Auges mag Folgendes, als das in physikalischer Hinsicht Wissenswerthe hervorgehoben werden:

Der kugelhähnliche Augapfel liegt in einer conisch geformten Knochenhöhle (orbita), welche mit einem weichlichen, mit Fett durchwachsenen Zellgewebe überzogen ist. Durch eine Oeffnung im Grunde der Höhle treten die zum Auge gehörigen Nerven und Blutgefäße ein. Die durchscheinenden Augenlieder werden durch einen gemeinschaftlichen Muskel (den Kreismuskel), und das obere noch besonders durch einen Muskel (den Aufheber) bewegt.

Die Bewegung des Augapfels geschieht durch vier gerade und zwei schief laufende Muskeln, welche sämmtlich ihren Ausgang vom Grunde der Augenhöhle nehmen, und am anderen Ende mit ihren Sehnen in der äusseren Haut des Augapfels befestigt sind. Die geraden Muskeln enden beziehlich an der oberen, der unteren, der rechten und der linken Seite des Augapfels. Die zwei schiefen Muskeln (ein oberer und ein unterer) schlagen sich seitlich über und unter dem Auge herum, und vermögen demselben eine drehende Bewegung mitzutheilen.

Der Augapfel erhält seine Form durch zwei ihn von aussen bekleidende Häute, von denen die vordere durchsichtige die Hornhaut (cornea), die zweite, deren vorderer Theil das Weisse im Auge bildet, die harte Haut (sclerotica) heisst. Die letztere wird von Arterien, Venen und Nerven durchbohrt, ist aber selbst nervenlos und wird nur von feinen Blutgefässen durchzogen, von denen feine Abzweigungen, welche bloss Blutwasser führen, sich in die Hornhaut erstrecken.

Das Innere der harten Haut ist mit einem zarten, schwärzlichen Zellgewebe (lamina fusca) überkleidet, welches wiederum mit der Aderhaut (choroidea) bedeckt ist, die aus einem Netze, durch Zellgewebe zu einer Haut verbundener zarter Venen und Arterien besteht. Ueber die Aderhaut zieht sich eine aus sechseckigen Zellen zusammengesetzte Membran (membrana pigmenti) hin, die das sogenannte pigmentum nigrum enthält. Mit der Hornhaut steht die Aderhaut durch einen aus dichtem Zellgewebe bestehenden Ring (den Strahlenband) in Verbindung, von welchem aus sich 70—90 strahlenförmige den sogenannten Strahlenkranz (corpus ciliare) bildende Fortsätze (processus ciliares) in's Innere des Auges hinein erstrecken.

Von dem Rande der Hornhaut aus durchzieht den vorderen Theil des Auges die farbige Regenbogenhaut (iris), welche durch die Hornhaut hindurch von aussen sichtbar ist, und ziemlich in ihrer Mitte eine kreisrunde Oeffnung, die Pupille, hat. Sie ist durch Zellgewebe und Gefässe mit dem Ciliarkörper verbunden, und scheint nur aus Blutgefässen und Nerven, die durch Zellgewebe mit einander verbunden sind, zu bestehen. Die Nerven haben ihren Ursprung im Ciliarknoten (einem an der äusseren Seite des Sehnerven befindlichen Ganglion), von welchem aus sie sich, in 2—3 Fäden an dem Sehnerven hinlaufend, in 10—16 Aestchen in die harte Haut drängen, und zwischen dieser und der Aderhaut sich nach dem Ciliarkörper ziehen, bei welchem eine neue Verzweigung eintritt.

Die Sehnerven treten, nachdem sie das Gehirn verlassen haben, kurz vor ihrem Eintritt in die Augenhöhlen zusammen und bilden dort die sogenannte Kreuzungsstelle (Chiasma). Ob die Nerven an dieser Stelle sich sämmtlich, oder theilweis, oder gar nicht kreuzen, ist noch nicht entschieden. Wollaston entschied sich auf Grund der Erscheinung des sogenannten Halbsehens für eine partielle Durchkreuzung, dergestalt, dass die rechten Seiten beider Nervenbündel in das rechte Auge, die linken Seiten in das linke Auge treten. Nachdem der Sehnerv durch den hintern Theil der harten Haut an einer Stelle, welche um $\frac{1}{16}$ Zoll von der Augenaxe entfernt nach der Nase zu sich befindet, und darauf durch die Aderhaut gedrungen ist, breitet

er sich an der Innenseite der letzteren zu einem feinen netzartigen Gewebe, der Netzhaut (retina) aus.

Treviranus fand^{*)}, dass die Netzhaut aus drei Schichten besteht, von denen die äussere von breiartigen Körnern gebildet wird, die mittlere, die unmittelbare Verzweigung des Sehnerven, von Faserbildung ist, und die innere aus sehr feinen cylindrischen nach Innen zu in Papillen sich endenden Stäbchen besteht, welche eine Fortsetzung der Fasern der Mittelschicht sind.

Die Dicke der Stäbchen wurde von Treviranus beim Frosch zu 0,0044^{mm} gefunden, der Durchmesser der Papillen beim Frosch 0,0066^{mm}, bei Vögeln 0,002—0,004^{mm}, beim Kaninchen 0,0033^{mm} etc.

Endlich geht eine ringförmige Haut (Ciliarkranz, zonula Zinnii) vom Rande der Linsenkapsel aus, an deren Vorderseite die Ciliarfortsätze befestigt sind, und welche mit ihrem äussersten Rande in die Netzhaut eingesetzt ist.

Was die Höhlung des Auges betrifft, so ist dieselbe in eine kleinere vordere und in eine grössere hintere Kammer getheilt, durch die in einer zarten Haut (der Linsenkapsel) eingeschlossene Krystalllinse, welche von dem Ciliarkörper schwebend erhalten wird und ein Weniges hinter der Pupille sich befindet. Diese Linse besteht aus übereinander liegenden Blättchen und ist von durchsichtigen Fäserchen durchzogen.

Die Vorderkammer, begränzt durch die Hornhaut und die Linsenkapsel, und durch die Iris in zwei Abtheilungen geschieden, enthält die wässerige Feuchtigkeit (humor aqueus), in einer eigenen dünnen Haut eingeschlossen, die sich an den Begränzungen der Kammer anlegt. Die Hinterkammer enthält die gallertartige Glasfeuchtigkeit (humor vitreus), die, von einer zarten, durchsichtigen Haut umschlossen und durchzogen, in kleinen Zellen vertheilt ist.

Nach Brewster ist das Brechungsverhältniss der wässerigen Feuchtigkeit 1,3366, das der gläsernen 1,3894, das der Krystalllinse in den äusseren Theilen 1,3767, in den mittleren Theilen 1,3786, im Centrum 1,3990.

Die Dimensionen des Auges sind am genauesten von Krause untersucht. Obgleich dieselben für jedes Auge verschieden sich erwiesen, so mögen beispielsweise die (in pariser Linien ausgedrückten Maasse) für eines der von Krause der Messung unterworfenen Augen angeführt werden:

Äussere Axe des Augapfels	10,65
innere Axe des Augapfels	9,4
äusserer Höhendurchmesser	10,3
innerer Höhendurchmesser	9,45
transversaler Höhendurchmesser	10,75
Dicke der Hornhaut in der Mitte	0,53
Dicke der Hornhaut am Rande	0,63
Radius der sphärischen Vorderfläche der Hornhaut	3,86

^{*)} Beiträge zur Erklärung der Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. Bremen. 1835.

^{**)} Pogg. Ann. XXIX. p. 530.

Parameter der Hinterfläche der Hornhaut	5,554
Breite der Iris auf der äusseren Seite	1,8
Breite der Iris auf der inneren Seite	1,6
Durchmesser der Pupille	0,9
Höhe der Linse	4,0
grosse Axe der elliptisch gekrümmten Vorderfläche der Linse	4,06
kleine Axe der elliptisch gekrümmten Vorderfläche der Linse	1,9
Parameter der parabolisch gekrümmten Hinterfläche der Linse	4,09
grosse Axe der ellipsoidisch gewölbten Netzhaut	10,1
kleine Axe der ellipsoidisch gewölbten Netzhaut	8,82
Entfernung der Hornhaut von der Pupille	0,9
Entfernung der Hornhaut von der Vorderfläche der Linse . .	1,0
Dicke der Linse	1,8
Entfernung der Hinterfläche der Linse von der Netzhaut . . .	6,65.

R.

Augenläser s. Linsen.

Augenschwarz wurde von Gmelin aus dem pigmentum nigrum von Ochsen- und Kälberaugen dadurch dargestellt, dass er durch Schütteln mit Wasser den damit verbundenen Schleim entfernte. Der Körper ist braunschwarz und sehr mürbe, specifisch schwerer als Wasser, unschmelzbar und leitet die Elektrizität. Bei trockner Destillation erhält man kohlenstoffsaures Gas und Kohlenwasserstoff, auch kohlenstoffsaures Ammoniak und ein brenzliches Oel. Die zurückbleibende und der Form nach unveränderte Kohle giebt eine Asche von Kochsalz, Eisenoxyd und phosphorsaurem Kalk, aus dessen Phosphorgehalt Götthe das Selbstleuchten der Augen erklärte. — In nicht zersetzenden Flüssigkeiten ist es unauflöslich. Schweigg. Journ. X. p. 507. M.

Augit, Augites, (von αὐγή Glanz), bezeichnete bei den Alten einen gewissen glänzenden Edelstein. Das gegenwärtig mit diesem Namen belegte, weit verbreitete Mineral krystallisirt nach dem (2+1) gliedrigen Systeme, in einer Säule von $87^{\circ}6'$, oft mit Abstumpfung der scharfen und stumpfen Seitenkanten, und am Ende von zwei Flächen begränzt, die sich in einer gegen die Hauptaxe geneigten Kante schneiden, und die sogenannte augitartige Zuschärfung bilden. Augit hat viele Varietäten, die sich theils durch den Habitus der Krystalle, durch die chemische Zusammensetzung und die davon abhängige Farbe, so wie selbst durch Structurverhältnisse unterscheiden. Die Härte liegt bei allen zwischen der des Apatits und des Feldspaths, der Diopsid, Hypersthen und gemeine Augit sind dem letzteren hierin gleich. Das spec. Gew. 3,2—3,4, beim Hedenbergit 3,5. Die Augite sind schmelzbar und nach der Formel R_3Si_2 , worin R Kalkerde, Talkerde, Eisen- und Manganoxydul bedeutet, zusammengesetzt, also $\frac{2}{3}$ kieselsaure Salze. Die nachfolgende Tafel hat den Zweck, das abweichende in der Mischung bei den verschiedenen Varietäten übersichtlicher zu machen.

Name.	Diopsid.	Malakolith.	Hedenbergit.	Hypersthen.	Bronzit.	Diallag.	Gemeiner Augit.
Fundort.	Mussa-Alpe.	Finnland.	Tunaberg.	Labrador.	Ulenthal.	Toskana.	Vesuv.
Kieselsäure	57,50	54,64	49,01	54,25	56,81	53,20	50,90
Kalkerde	16,50	24,94	20,87	1,50	2,19	19,09	22,96
Talkerde	18,25	18,00	2,98	14,00	29,68	14,91	14,43
Eisenoxydul	6,00	1,08	26,08	24,50	8,46	8,67	6,25
Manganoxydul	—	2,00	—	Spur	0,62	0,38	—
Thonerde	—	—	—	2,25	2,07	2,47	5,37
Wasser	—	—	—	1,00	0,22	1,77	—
Summe	98,25	100,66	98,94	97,50	100,05	100,49	99,91
Autor	Laugier	H. Rose.	H. Rose.	Klaproth.	Köhler.	Köhler.	Kudernatsch.

Die Aufstellung einer Formel für die thonerdehaltigen Abänderungen, namentlich für den gemeinen Augit, der immer und bis 6 pCt. Thonerde enthält, ist nicht ohne Schwierigkeit, da man weder eine zur Analyse recht passende Formel erhält, wenn man die Thonerde auf die Seite der Säure, noch wenn man sie zu den Basen stellt, so dass man geneigt wird, sie für einen dem Augit eigentlich nicht angehörigen, sondern zufällig mit ihm vermengten Bestandtheil anzusehen. Sie findet sich nicht in den Varietäten, die in freien aufgewachsenen Krystallen vorkommen, wie der Diopsid, sondern in den eingewachsenen von Lava, Basalt und ähnlichem einst geschmolzenem Gestein eingeschlossenen Augiten, so dass man sich auch recht gut vorstellen kann, dass sie ursprünglich in der Masse enthalten war, aus welcher der Augit krystallisirte, der dann beim Krystallisiren bald mehr bald weniger von dieser Masse mit einschloss, wie künstliche Salzkrystalle diess auch thun. (Kudernatsch: Pogg. Ann. XXXVII. p. 584.) Das aus dem Verlust beim Glühen berechnete Wasser gehört nicht zur Zusammensetzung des Augits. Schweigg. Journ. XXXV. p. 86.

1) Diopsid, Mussit (vom Mussathal in Piemont), Baikalit (vom Baikalsee) ist die reinste Varietät, farblos oder von Eisenoxydul grün gefärbt, durchsichtig bis durchscheinend. Der Typus der Krystalle ist lang säulenförmig, mit steilen Zuschärfungen, die deutlichste Spaltungsrichtung parallel den Säulenflächen. Die unkrystallisirten Massen haben eine breitstenglige Structur. Spec. Gew. 3,3.

2) Malakolith, Pyrgom, Sahlit (von Sahla in Schweden), Fassait (vom Fassathal in Tyrol), ist weicher als der Diopsid, und krystallisirt vollkommen spaltbar parallel einer schrägen unter 74° gegen die Hauptaxe geneigten Endfläche. Die krystallinischen Massen des Malakoliths sind von schaliger, blättriger oder körniger Textur, und heissen im letzten Fall Kokkolith. Die Farbe grau, meist verschieden grün,

3) Hedenbergit findet sich nur zu Tunaberg in Schweden und auf Elba mit Eisenerzen; ist schwärzlich grün, dem gemeinen Augit ähnlich, spec. Gew. 3,5.

4) Hypersthen, Paulit (von der Paulsinsel in Nordamerika), nur in krystallinischen Massen, die auf den Spaltungsrichtungen mit tombackfarbenem Metallglanz schillern. Kommt in Geschieben auf der Küste von Labrador, auch in Schottland, Norwegen u. a. O. vor, und wird zu Schmucksteinen geschliffen.

5) Bronzit bildet haarbraune, gebogene, blättrige Massen, die auf den Spaltungsflächen perlmutter- bis seidenglänzend sind. Findet sich eingewachsen im Basalt und Serpentin in Tyrol, bei Marburg, im Fichtelgebirge u. s. w.

6) Diallag, sehr selten krystallisirt, gewöhnlich in geradblättrigen, krystallinischen Massen von grünlich grauer oder brauner Farbe vorkommend, die auf den Structurflächen metallartig glänzen. Diallag macht einen wesentlichen Bestandtheil des Gabbro aus.

7) Gemeiner Augit kommt oft in kurzen säulenförmigen Krystallen, auch krystallinisch und derb vor, ist undurchsichtig und schwarz. Diese Varietät ist überaus häufig und weit verbreitet; sie macht einen wichtigen Bestandtheil aller Basalte, des Augitporphyrs und aller schwarzen Laven aus, deren schwarze Färbung von diesem Augit herrührt. In geologischer Beziehung sind nur noch wenige Mineralien von so grosser Bedeutung wie Augit. Die genannten Felsarten beweisen, dass er auf feurigem Wege gebildet ist, auch haben Mitscherlich und Berthier Augitkrystalle durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile und langsames Abkühlen der glühend flüssigen Masse erhalten, und der Ertere fand dergleichen in den Schlacken der Hohöfen von Fahlun und Sahla. Lässt man geschmolzenen Augit schnell erkalten, so erhält man ein schwarzes Glas, und diese gänzliche Umwandlung führte Hauy und seine Schule, die den Erfolg einer langsamen Abkühlung noch nicht kannten, auf die Meinung, dass der Augit, also auch die ihn enthaltenden Gesteine, Laven u. s. w. nicht durch vulkanische Kräfte könnten gebildet sein, und um diese Ansicht stets zu vergegenwärtigen, nannten sie ihn Pyroxen, ein Name aus $\pi\rho\upsilon\varsigma$ Feuer und $\xi\rho\sigma\varsigma$ Fremdling gebildet.

Der gemeine Augit erleidet oft Veränderungen in seiner Zusammensetzung, ohne dass diess auf seine Gestalt Einfluss hat, welche unverändert bleibt, wodurch Afterkrystalle entstehen. Dergleichen in eine gelbe thonige Masse verwandelte Krystalle kommen zu Bilin vor; weisse, verwitterte am Vesuv; in Grünerde umgeänderte im Fassathal. Rammelsberg hat Analysen dieser Gebilde mitgetheilt. Pogg. Ann. XLIX. p. 387. Ueber den Zusammenhang des Augits mit Hornblende s. diese.

B.

Aura s. Maultrommel.

Aurantiin s. Hesperidin.

Aurichalcit, ein in den Kupfergruben des Altai gefundenes, spangrünes Mineral, eckige Körner oder drusenartige Ueberzüge darstellend. Besteht nach Th. Böttger aus 28,36 Kupferoxyd; 45,62

Zinkoxyd; 16,08 Kohlensäure und 9,93 Wasser, woraus er die Formeln $2\dot{R}\ddot{C} + 3\dot{R}\dot{H}$ und $2\dot{R},\ddot{C} + \dot{R}\dot{H}_2$ ableitet, in denen R Kupfer und Zink bedeutet. Der Name, von Aurichalcum (Messing) gebildet, erinnert an die Metalle, deren Oxyde das Mineral enthält. Pogg. Ann. XLVIII. p. 495. B.

Aurin, ein von seiner Farbe so genannter flüchtiger, krystallisirter Stoff, den Chevreul aus einer Substanz gewann, die ihm unter dem Namen bois de sable zugesandt war. Institut. 1835. 98. Journ. f. prakt. Chem. IV. 498. M.

Aurikelcampher. Nach Hünefeld ein in farblosen Prismen krystallisirender Körper, der durch Destillation der Wurzeln von Primula veris und auricula gewonnen wird, und mit ihnen den besonders im Frühling hervortretenden, nach Hünefeld's Beschreibung allios-fenchelartigen Geruch gemein hat. Die Krystalle erscheinen erst nach dem Erkalten aus dem anfangs milchigen Destillat. Journ. f. prakt. Chem. VII. 59. M.

Auripigment (von aurum Gold und pigmentum Farbstoff), heisst wegen der goldähnlichen Farbe das gelbe Schwefelarsenik. B.

Ausdehnung. Im mathematischen Sinne bedeutet das Wort soviel als Raumerfüllung, Extension nach den drei Abmessungen der Länge, Breite und Höhe, und es gehört zu den allgemeinen Eigenschaften aller Körper, dass sie Ausdehnung haben. Mit ihr ist zugleich Grösse und Volumen bestimmt. Im physikalischen Sinne versteht man unter Ausdehnung eine Vergrösserung des Volumens nach allen Richtungen hin, oder Expansion. Diese wird bei allen Körpern durch die Wärme hervorgerufen, daher wir die Gesetze derselben in dem Artikel Wärmeausdehnung behandeln werden. A.

Ausdehnbarkeit, Extensibilität, ist die Fähigkeit der Körper, ihre Volumen nach allen Richtungen hin zu ändern. Sie kommt allen Körpern zu. s. Wärmeausdehnung. Verschieden davon ist die Dehnbarkeit fester Körper s. diese. A.

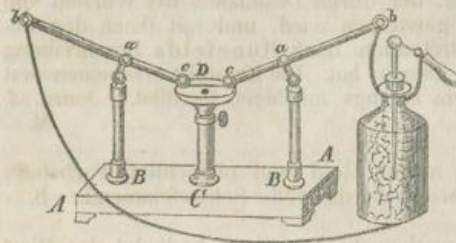
Ausdehnbarkeit, Expansibilität, ist die Eigenschaft luftförmiger Stoffe welche sich als ein Bestreben offenbart, das Volumen zu erweitern d. h. sich nach allen Richtungen im Raum hin auszubreiten und, wenn dieser Ausdehnung ein Hinderniss entgegengestellt wird, einen Druck auf dasselbe auszuüben. Sie ist nach den Ansichten der neueren Physiker als die Wirkung der Wärme zu betrachten. s. Wärmeausdehnung und Luftthermometer. A.

Ausflussgeschwindigkeit s. Hydraulik.

Auslader nennt man eine Vorrichtung zur Entladung von Leidner Flaschen und elektrischen Batterien. Der einfache Auslader besteht im Allgemeinen aus einem gläsernen Handgriff, an dessen einem Ende zwei (in der Regel gekrümmte) Messingdrähte so mittelst

Charnieren befestigt sind, dass die freien Enden desselben, die in messingenen Kugeln enden, beliebig einander genähert und von einander entfernt werden können. Beim Gebrauch setzt man die eine Kugel mit derjenigen Belegung in leitende Verbindung, die mit dem Erdboden communicirt, (bei einer Flasche durch unmittelbare Berührung, bei einer Batterie mittelst einer Kette, die von den äusseren Belegungen ausgeht), und nähert die andere Kugel der zweiten Belegung. Soll die Entbindung ohne Funken und ohne Knall geschehen, so nähert man das Ende des zweiten Drahtes, nachdem man die darauf steckende Kugel abgenommen, der zweiten Belegung.

Zu mehreren Versuchen bedient man sich des allgemeinen Henly'schen Ausladers, der in der folgenden Figur abgebildet ist.



In das Brett *AA* sind zwei Glassäulen *BB* eingekittet, welche am oberen Ende die durch Kugelcharniere beweglichen Messinghülsen *a, a* tragen. Zwei Drähte *bc, bc*, die in diesen Hülsen verschiebbar sind, enden sich bei *b* in einen Ring und bei *c* in eine durchbohrte Spitze, auf welche sich eine Messingkugel auf-

schrauben lässt. In dem Fuss *C* lässt sich ein hölzernes Tischchen *D*, auf welchem ein Streifen Elfenbein eingelegt ist, auf und ab schieben.

Bei der Entladung einer Batterie wird in den einen der Ringe *b, b* eine mit der äusseren Belegung in Verbindung stehende Kette eingehängt, und, wenn man z. B. ein Kartenspiel durchbohren will, das letztere auf *D* zwischen die zwei Spitzen *c, c* gestellt, der zweite Ring *b* mittelst einer Kette mit dem einen Arm eines gemeinen Ausladers verbunden, und der zweite Arm der inneren Belegung der Batterie genähert.

Soll der Schlag über ein Kartenblatt oder eine Glasscheibe geführt werden, so legt man solches auf das Tischchen und senkt die Spitzen *c, c* auf dasselbe. Zieht man durch die Löcher der Spitzen die Enden eines feinen Metalldrahtes, so wird derselbe je nach seiner Dicke und je nach der Leitungsfähigkeit und der Natur desselben geglüht, geschmolzen oder verflüchtigt, sobald die Entladung eintritt. R.

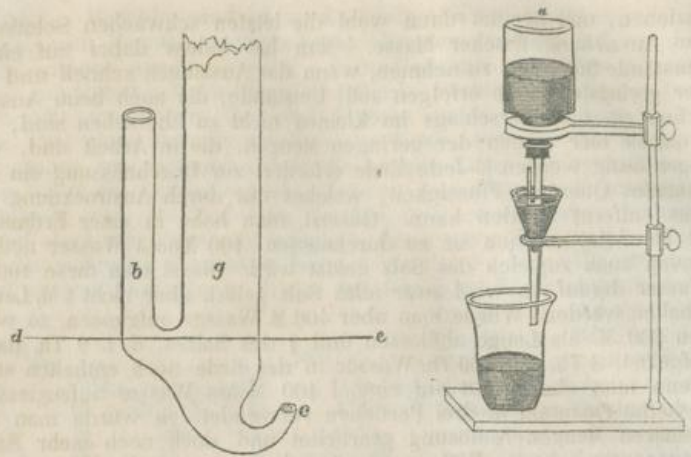
Aussaigern s. Saigern.

Auslaugen, aus einem Gemenge löslicher und unlöslicher Stoffe erstere in Wasser oder einer andern zweckdienlichen Flüssigkeit auflösen, um sie so von den unlöslichen zu trennen. Die Auflösung wird durch Filtriren oder Decantiren von dem Rückstande gesondert. Im Grossen wird der Auslaugprocess oft vorgenommen, um im Wasser lösliche Salze, die in erdigen Massen eingemengt sind, auszuziehen, wie z. B. Salpeter, Pottasche, Alaun aus der Salpetererde, Holzasche, Alaunerde. In der Regel laugt man die Masse mehrere Male aus, um die auflöseliche Substanz möglichst vollständig aus-

zuziehen, und benutzt dann wohl die letzten schwachen Solutionen zur Ausziehung frischer Masse. Man hat indess dabei auf einige Umstände Rücksicht zu nehmen, wenn das Auslaugen schnell und mit der geringsten Mühe erfolgen soll, Umstände, die auch beim Auswaschen eines Niederschlags im Kleinen nicht zu übersehen sind, obwohl sie hier wegen der geringen Mengen, die in Arbeit sind, weniger lästig werden. Jede Erde erfordert zur Durchnässung ein bestimmtes Quantum Flüssigkeit, welches nur durch Austrocknung daraus entfernt werden kann. Gesetzt, man habe in einer Erdmasse 12 Th. Salz, und um sie zu durchnässen, 100 Maass Wasser nöthig, wovon auch zugleich das Salz gelöst wird. Giesst man diese 100 M. Wasser darauf, so wird zwar alles Salz gelöst, aber nicht 1 M. Lauge erhalten werden. Würde man aber 400 M. Wasser aufgiessen, so würden 300 M. als Lauge abfließen und $\frac{3}{4}$ des Salzes, d. i. 9 Th. darin aufgelöst, 3 Th. mit 100 Th. Wasser in der Erde noch enthalten sein. Wenn man aber, statt auf einmal 400 Maass Wasser aufzugießen, dasselbe Quantum in drei Portionen verwendet, so würde man mit kleineren Mengen Auflösung gearbeitet und doch noch mehr Salze ausgezogen haben. Hätte man nämlich zuerst 200 M. Wasser aufgegossen, so würde man davon 100 M. Lauge mit 6 Th. Salz gezogen haben. Giesst man nun 100 M. Wasser auf, so erhält man, weil die Erde schon durchnässt ist, 100 M. Lauge mit 3 Th. Salz, und bringt man nun 100 M. Wasser dazu, so ziehen diese noch $1\frac{1}{4}$ Th. Salz aus, so dass man im Ganzen wieder 300 M. Lauge aber mit $10\frac{1}{4}$ Th. Salz hat. Wollte man diese $10\frac{1}{4}$ Th. Salz auf einmal ausziehen, so wären dazu 800 M. Wasser erforderlich, man bekäme 700 M. Lauge, und müsste 400 M. mehr abdampfen als zuvor. B.

Austern. Die Austern sind von Mulder einer chemischen Untersuchung unterworfen worden, welcher sie grösstentheils aus Proteïn bestehend fand (s. dies. Art.); indem der Hauptbestandtheil des fleischigen Theils des Thieres nicht allein die Eigenschaften, sondern auch die Zusammensetzung jenes Stoffes besass. Daraus wird die grosse Nahrungsfähigkeit der Austern sehr erklärlich. Mulder im Journ. f. prakt. Chem. XVII. p. 332. M.

Auswaschen. Aussüssen, Edulcoriren. Um aus einem Niederschlag die ihm anhängende Flüssigkeit, und die darin gelösten Stoffe zu entfernen, muss man ihn auswaschen. Man bringt ihn zu dem Ende auf ein Filtrum, und wenn die Flüssigkeit durchgegangen ist, giesst man so lange Regenwasser auf den Niederschlag, bis dasselbe ohne Geschmack abläuft, oder bei genauen Arbeiten, wozu man destillirtes Wasser nimmt, bis ein Tropfen auf einem blanken Platinspatel beim Verdampfen keinen Fleck mehr hinterlässt. Man muss nicht früher neues Wasser aufgiessen, ehe nicht das zuvor aufgegossene durch das Filtrum ganz durchgegangen ist, weil man sonst nur die in dem Niederschlag befindliche Auflösung fortdauernd verdünnen würde (vergl. Auslaugen). Da das Auswaschen eine sehr langweilige aber unerlässlich nothwendige Arbeit in der Chemie ist, so hat Berzelius eine Vorrichtung erdacht, die das Auswaschen selbst verrichtet,



Sie besteht in einer Flasche *a*, die mit dem Auswaschwasser gefüllt, und durch einen Kork verschlossen wird. In letzterem steckt ein Glasrohr mit zwei seitlichen aufwärts gerichteten Ansätzen, *b* und *c*, von denen die letztere, wenn der Apparat, wie die Figur zeigt, zusammengestellt ist, unter dem Niveau der auf dem Trichter befindlichen Flüssigkeit mündet. Sobald diese bis unter die Linie *de* gesunken ist, steigt Luft durch die Röhren *b*, *g* in die Flasche *a*, und drückt aus dieser einen Theil Wasser, der auf das Filtrum fließt, heraus. Damit dieses Wasser sich gleichmässig vertheile, und nicht eine Rinne in dem Niederschlag bilde, ist *c* aufwärts gebogen. B.

Auswittern s. Effloresciren.

Automat. Man pflegt unter diesem Ausdruck einen Mechanismus zu verstehen, durch welchen die Bewegungen oder andere Verrichtungen lebender Wesen nachgeahmt werden. Durch Gewichte oder der Raumerparniss wegen durch Federn wird die Bewegung erzeugt und durch ein Getriebe von Rädern, Hebeln und anderen Maschinentheilen an die äusseren sichtbaren Theile in der beabsichtigten Weise übertragen. Zuweilen werden mit sehr einfachen Mitteln schon ziemlich mannigfaltige Bewegungen erzeugt. — Dass man schon im Alterthum dergleichen Maschinen hatte, scheint keinem Zweifel zu unterliegen, obgleich die Berichte über ihre Leistungen, wie die über mehrere viel spätere Automaten nicht frei von grossen Uebertreibungen sein mögen. Zu den einfachsten Leistungen dieser Art können manche Spielwerke gerechnet werden, die man auf unseren Weihnachtsmärkten sieht. Die ausgezeichnetsten sind im vorigen Jahrhundert producirt worden. — Mehrere dieser Kunstwerke haben die Gestalt von Thieren, und führen mancherlei Bewegungen dieser Thiere aus, wobei sie öfters zugleich die Stimme derselben hören lassen. Das älteste Werk dieser Art scheint die hölzerne (angeblich fliegende) Taube des Archytas zu sein. (400 Jahre vor Chr.) Zu den ausgezeichnetsten gehört Vau-

canson's Ente, deren Federn aus bronzirtem Kupferblech bestanden, und welche alle Bewegungen des Thieres, namentlich das Fressen und Saufen, ferner das Schnattern, und selbst das Verdauen und Ausleeren mit täuschender Aehnlichkeit nachahmte. Andere Automaten dieser Art wurden von den beiden Droz (Vater und Sohn) ausgeführt, ein blökendes Schaf und ein bellender Hund waren auf einer Uhr angebracht; durch seine Kleinheit ausgezeichnet war ein singender und sich bewegender, nur $\frac{1}{4}$ Zoll langer Vogel, in einer $4\frac{1}{2}$ Zoll langen, ovalen Dose enthalten. Maillardet verfertigte eine stählerne Spinne, welche auf dem Tisch umherlief, eine Schlange, welche das Züngeln und Zischeln nachmachte, und mehrere andere Thiere. Automaten in Gestalt von Menschen (sogen. Androïden) hatte man auch schon im Alterthume. Albertus Magnus (um 1260) hatte eine solche Figur, welche die Thür öffnete und die Eintretenden anzureden schien. Droz sowie Maillardet haben sehr ausgezeichnete Androïden, namentlich schreibende und zeichnende geliefert. Seiltänzer- und Kunstreiterautomaten werden noch jetzt öfters gezeigt. Einige Androïden spielen Instrumente. Eine Clavierspielerin von Droz ahmte zugleich die Bewegungen des Kopfes nach, und Vaucanson's Flötenspieler spielte mit den Fingern. Die Trompeterautomaten, welche von Mälzel, so wie von Kaufmann in neuerer Zeit producirt worden sind, haben die Gestalt von Menschen, ohne automatische Bewegungen sehen zu lassen; sie blasen aber das Instrument in grosser Vollkommenheit, wobei auch Doppeltöne auf der Trompete erzeugt werden. Betrachtet man nicht die äussere Gestalt als wesentlich, sondern nur die Leistungen, welche sich denen eines belebten Wesens möglichst annähern, so können auch Mälzel's Panharmonicon (ein Orchester von ziemlich vielen Instrumenten), sowie Kaufmann's Bellonion (ein Trompetenchor mit Pauken), dessen Chordaulodion (vollständigeres Orchester) und ein Fortepiano mit Flötenbegleitung zu den Automaten gerechnet werden, Instrumente, welche sich besonders durch Crescendo und Diminuendo, Eilen und Zögern, kurz durch das, was den Vortrag ausmacht, von den blossen Spieluhren unterscheiden und den Leistungen beseelter Spieler möglichst nahe kommen. — Von Sprachmaschinen, welche, sofern sie von der Hand gespielt werden, nicht rein automatisch sind, wird in einem besonderen Artikel Einiges gesagt werden. Vorrichtungen, welche wie die sprechenden Köpfe der Allen, das unsichtbare Mädchen (s. Communicationsrohr) nicht durch einen Mechanismus wirken, sondern nur die Person verstecken, von welcher die Thätigkeit ausgeht, sind nicht zu den Automaten zu zählen. Wahrscheinlich ist auch Kempele's Schachmaschine ganz von dieser Art, indem die schachspielende Person auf eine sinnreiche Weise versteckt wurde, und die vorgezeigte Maschinerie mit vielen Rädern nur zum Scheine angebracht war. Wie es möglich gewesen sey, in einem kleinen Raume, dessen Theile nach und nach fast alle zur Ansicht geöffnet wurden, doch eine sogar erwachsene Person zu verstecken, hat ein Ungenannter in einer Schrift: *An attempt to analyse the automaton-chess-player of Mr. Kempele* zu erklären versucht. Diese Erklärung nebst den dazu gehörigen Abbildungen findet man unter Anderen in Brewster's Briefen über die natürliche Magie. S.

Automolit, Gahnit, ein zu Fahlun, Stor-Tona in Schweden und Franklin in New-Yersey vorkommendes Mineral, von dunkel-lauchgrüner, in's Schwarze und Blaue fallender Farbe. Es findet sich krystallisirt in regulären Octaëdern, in Körnern und derb. Spec. Gew. 4,23—4,4, fast von Härte des Topases, undurchsichtig oder an den Kanten durchscheinend. Automolit ist eine Verbindung von Thonerde

mit Zinkoxyd nach der Formel $Zn\ \dot{A}l$ (Abich). Das Zinkoxyd ist theilweis durch die mit ihm isomorphe Talkerde bis zu 5,25 pCt. und Eisenoxydul bis zu 5,85 pCt. vertreten. Abich fand auch zwischen 1,22—3,84 pCt. Kieselsäure, die nach H. Rose dem Automolit nicht angehört. (Pogg. Ann. Ll. p. 283.) Der Name von $\alpha\tau\omicron\mu\omicron\lambda\omicron\varsigma$ Ueberläufer gebildet, wurde dem Mineral gegeben, weil es sich wegen seines Zinkgehalts dem Erz nähert, und sich dadurch von den aus Erden zusammengesetzten Edelsteinen entfernt, zu denen es seinen physikalischen Eigenschaften nach gehört. B.

Avivage (Aviviren, Schönen). Die Farben der durch vegetabilische Stoffe gefärbten Zeuge werden durch die Behandlung mit einigen anorganischen Verbindungen in sehr verdünnten Auflösungen (Bad) häufig lebhafter gemacht, oder verändert; man wählt dazu nach den verschiedenen Farbstoffen und den verschieden zu erreichenden Farben Alkalien, Ammoniak, Kalkwasser, oder Salze, z. B. kohlensaures Natron, alkalische Seifen, Alaun, Zinnchlorid, Chlorkalk u. s. w. Oft wird das gefärbte Zeug im Avivirkessel allein einer höheren Temperatur ausgesetzt, was auch schon hinreichen kann. M.

Axe (krystallinische) s. Krystall.

Axe (magnetische) heisst diejenige Richtung in einem magnetischen Körper, welche sich beim freien Aufhängen in den magnetischen Meridian stellt. R.

Axe (optische). Die hauptsächlichsten Bedeutungen, in denen das Wort *Axe* in der Optik angewendet wird, sind folgende:

- 1) optische *Axe* des Auges: die durch die Mittelpunkte der Hornhaut und der Krystalllinse gehende Richtung.
- 2) optische *Axe* eines Spiegels: die durch das Centrum seiner Krümmung und die Mitte der Apertur gehende Richtung.
- 3) optische *Axe* einer Linse: die Linie, welche die Krümmungscentra derselben mit einander verbindet.
- 4) optische *Axe* eines Spiegelsystems, eines Linsensystems, eines Fernrohrs, eines Mikroskops: die Linie, welche sämtliche Krümmungscentra mit einander verbindet.

5) *Axen* doppelter Brechung oder Elasticitätsaxen: Denken wir uns im Innern eines zweiaxigen Krystalls einen homogenen Lichtpunkt *C*, von welchem im Sinne der Undulationstheorie Erschütterungen ausgehen, so wird der umliegende Aether in Bewegung gesetzt, und es kommen nach Verlauf irgend einer bestimmten Zeit die verschiedenen Bewegungen in Punkten an, welche die sogenannte Wellenfläche bilden. Die Bewegung, welche ein Aethertheilchen in Folge jener Erschütterungen annimmt, lässt sich aber im Allgemeinen als aus drei auf einander senkrecht gerichteten Bewegungen zusam-

mengesetzt vorstellen, deren jede sich verschieden schnell fortpflanzt, so dass jede von C ausgehende Gerade die Wellenfläche in drei Punkten trifft, deren jeder der Ankunftsort einer bestimmten Art der Erschütterung ist. Von den drei Erschütterungsarten darf man jedoch nur zwei als einen merklichen Eindruck auf das Gesichtsorgan machend ansehen, und es sind daher nur die zwei entsprechenden Zweige der Wellenfläche in optischer Hinsicht wichtig. Die Wellenfläche ist nun der Art, dass im Allgemeinen nur drei auf einander senkrechte und durch C gehende Linien auf beiden Zweigen derselben zugleich senkrecht stehen, und die Richtung dieser drei Linien sind die Elasticitätsaxen oder die Axen der doppelten Brechung. Diese Axen, in Bezug auf welche alle optische Erscheinungen symmetrisch sind, fallen in den Krystallen des prismatischen (2 u. 2gliedr.) Systems mit den Krystallaxen zusammen.

In den optisch einaxigen Krystallen sind zwei der drei Axen gleich lang und haben eine willkürliche Lage in der gegen die dritte (Haupt-) Axe senkrechten Ebene. Diese Hauptaxe, welche übrigens mit der krystallischen Hauptaxe zusammenfällt, heisst vorzugsweise optische Axe.

Die eine der drei Axen der doppelten Brechung hat das Eigene, dass in einigen Krystallen (den sogenannten positiven) der gewöhnliche Strahl, wenn er mit ihrer Richtung zusammenfällt, die grösste Geschwindigkeit hat, die das Licht in ihnen annehmen kann, und die wir α nennen wollen, der ungewöhnliche Strahl dagegen die kleinste Geschwindigkeit, deren Grösse μ sey, während in den anderen Krystallen (den sogenannten negativen) der gewöhnliche Strahl die kleinste, der ungewöhnliche die grösste Geschwindigkeit in jener Richtung hat. In den beiden anderen Axen, die in einer Ebene liegen, welche man die Ebene der optischen Axen nennt, weil sie die nachgehends definirten optischen Axen in sich enthält, sind die Geschwindigkeiten der beiderlei Strahlen resp. α und ν , und ν und μ , wo ν eine zwischen α und μ liegende Constante ist.

6) optische Axe eines einaxigen Krystals: die Richtung, in welcher der ungewöhnliche Strahl mit dem gewöhnlichen gleiche Geschwindigkeit (und ein gleiches Brechungsverhältniss) hat, und in welcher daher nur eine einfache Brechung stattfindet.

7) optische Axen zweiaxiger Krystalle (nach Fresnel), oder wahre optische Axen (nach Neumann), oder Axen der conischen Brechung (nach Hamilton) heissen die Normalen der Kreisschnitte der Fresnel'schen Elasticitätsfläche (s. Elasticitätsfläche), d. h. die Richtungen, in denen die gewöhnlichen und ungewöhnlichen ebenen Wellensysteme gleiche Geschwindigkeit haben. Sie haben übrigens die Eigenschaft, dass die auf ihnen senkrecht gelegten Berührungsebenen der Wellenfläche dieselbe in einem Kreise berühren. Ist n die Hälfte des zwischen diesen Axen liegenden Winkels, so hat man

$$\operatorname{tang} 2n = \frac{\nu^2 - \mu^2}{\alpha^2 - \nu^2}$$

8) Die von Fresnel und Hamilton sogenannten optischen Axen zweiaxiger Krystalle sind die Normalen der beiden Kreisschnitte des Fresnel'schen Ellipsoids. Sie haben die Eigenschaft, dass die in

ihrer Richtung sich fortpflanzenden gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahlen gleiche Geschwindigkeit haben. Ist m die Hälfte des zwischen ihnen liegenden Winkels, so ist

$$\text{tang } 2m = \frac{\mu^2}{\alpha^2} \cdot \frac{\nu^2 - \mu^2}{\alpha^2 - \nu^2}$$

9) Scheinbare optische Axen nennen Brewster und Neumann die Richtung der Normalen derjenigen ebenen Wellensysteme, welche nach ihrem Uebergang aus der Luft in den Krystall die Richtung der wahren optischen Axen verfolgen würden, vorausgesetzt, dass die brechende Fläche senkrecht auf der Halbierungslinie des Winkels derselben steht. R.

Axinit von ἀξίτης Beil, wegen der beilähnlichen Gestalt der Krystalle. Thumerstein. Kommt in eingliedrigen Krystallen, ausserdem auch derb und eingesprengt vor. Er ist nelkenbraun oder perlgrau, nahe von Härte des Quarzes, und wird beim Erwärmen polarelektrisch. Spec. Gew. 3,2; geschmolzen 2,81; schmilzt leicht vor dem Löthrohr zu einem grünen Glase. Er enthält Borsäure, welche die Aufstellung einer Formel sehr schwierig macht, da man nicht recht weiss, in welcher Verbindung man sich dieselbe denken soll. Rammelsberg hat die Formel $2(\overset{R}{R}\overset{Si}{Si} + 2\overset{B}{B}\overset{Si}{Si}) + \overset{B}{B}\overset{S}{S}$ als die wahrscheinlichste aufgestellt, worin R Kalkerde und Magnesia, $\overset{B}{B}$ Thonerde, Eisen- und Manganoxyd vorstellen. (Pogg. Ann. L. p. 363.) B.

Azadirin, Pflanzenalkaloïd aus der Melea Azadirachta. Schwefelsaures Azadirin vertreibt nach Piddington das Fieber. M.

Azelaïnsäure. Laurent fand, dass bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Oelsäure, sich neben Korksäure, Pimelinsäure, Adipinsäure, Lipinsäure, Azoleïnsäure und Oenanthsäure auch eine besondere Säure bilde, welche er zwar von derselben Zusammensetzung wie die Korksäure, aber von anderem Atgew. fand. Sie besteht nach ihm aus $C_{10}H_{18}O_5$, oder 55,5 C; 8,1 H; 36,4 O. Atgew. 1202. Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. p. 154. Bromeis fand die Säure mit der Korksäure identisch. Ann. der Pharm. XXXV. p. 109. M.

Azobenzöid wurde von Laurent dargestellt, indem er zuerst heisse Wasserdämpfe von oben durch einen mit zerquetschten Mandeln angefüllten Cylinder dringen liess, und auf das so erhaltene Bittermandelöl ätzendes Ammoniak goss. Nach mehreren Wochen hat sich das Oel gebräunt und ist klebrig geworden. Aether und Alkohol entfernen aus der Masse alles Unwesentliche, und zurück bleibt in Pulverform das reine, weisse Azobenzöid, das bei höherer Temperatur geschmolzen und dann erkaltet auch als krystallinische Masse erscheint. Die Formel der Verbindung ist: $C_{12}H_3N_3$, und das Atgew. demnach 3869,54, doch wird beides noch einer berichtigen Untersuchung werth und fähig sein. Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. p. 181. ff. M.

Azobenzoyl. Ein Körper, den Laurent mit mehreren an-

deren zugleich erhielt, wenn er ätzendes Ammoniak auf unreines Bittermandelöl einwirken liess. — Man nimmt von beiden Flüssigkeiten gleiche Volumina und lässt sie 4—5 Wochen auf einander einwirken, nach welcher Zeit das Oel gelb und harzig geworden ist. — Eine Behandlung mit Aether befreit die Masse von fast allen fremden Stoffen und nimmt nur sehr wenig Azobenzoyl fort. Das zurückbleibende Azobenzoyl ist aber mit Benzoylazotid innig gemengt, von dem es jedoch durch siedenden Alkohol geschieden werden kann. Das Azobenzoyl ist ein weisses, geruchloses, mikroskopisch krystallisirtes Pulver, unlöslich in Wasser und schwer löslich in Alkohol. Seine Formel ist: $C_{12}H_{10}N_2$ und sein Atgew. demnach 3762,30. Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. p. 181. ff. M.

Azoleinsäure, ein von Laurent entdecktes Zersetzungsprodukt der Oelsäure durch Salpetersäure. Behandelt man Olivenöl mit Salpetersäure, so bleibt auf letzterer schwimmend ein öliges Körper zurück. Die in diesem Stoffe enthaltene Azoleinsäure lässt sich nicht isoliren, man destillirt also die Masse mit Schwefelsäure und Alkohol und erhält so eine Aetherverbindung der Säure, welche man durch eine weingeistige Auflösung von Kali, unter Zusatz von etwas Salzsäure, zerlegt und die Azoleinsäure abscheidet, welche in Salpetersäure löslich, in Wasser unlöslich, aus ersterer durch letzteres abgeschieden werden kann. Mit Salpetersäure gekocht, soll sie eine unlösliche krystallisirbare Säure liefern. Die Formel der Azoleinsäure ist: $C_{12}H_{10}O_4$ und ihr Atgew. mithin 1555,46. Die Sicherheit dieser Angabe steht noch in Frage, denn Bromeis hat auf ähnliche Weise eine Säure erhalten, deren Eigenschaften und Zusammensetzung mit der von Laurent gefundenen nicht im Einklang stehen. M.

Azot (von $\alpha\zeta\omega\sigma\varsigma$ leblos) = Stickstoff.

Azulminsäure. Bei der freiwilligen Zersetzung des in Wasser gelösten Cyans, der Blausäure, scheidet sich ein schwarzer Körper ab, welchem Braconnot und Boullay diesen Namen gegeben haben. Pelouze und Richardson haben ihn analysirt, und aus $2C_2N_2 + H_2O$ zusammengesetzt gefunden. Journ. f. prakt. Chem. XIII. 433. Die wässrige Cyanlösung enthält nach der Bildung dieses Stoffes Kohlensäure, blausaures und oxalsaures Ammoniak und Harnstoff. Die Auflösung des Cyans in Aether und Alkohol geben dieselben Verbindungen, wenn die Luft Zutritt hat, nicht aber bei Ausschluss derselben, namentlich bildet sich dann nicht der schwarze Stoff. Johnston schreibt dem schwarzen Körper die Formel $C_2N_2H_2O_4$ zu. Beim Glühen desselben bleibt Paracyan in der Retorte. Der Rückstand von der Auflösung des Gusseisens oder des Indigos in Salpetersäure ist nicht dieselbe Verbindung. M.

Azurit s. Kupferlasur und Lazulith.

Babingtonit, ein schwarzes, undurchsichtiges, augitähnliches Mineral, nach dem Präsidenten der Londoner geologischen Gesellschaft benannt. Es kommt in kleinen eingliedrigen Säulen von 80° 20' mit Albit zu Arendal in Norwegen vor. Die Krystalle haben parallel der herrschenden Endfläche einen Blätterbruch, nahe Feldspathhärte, spec. Gew. 3.4. Schmilzt leicht vor dem Löthrohr und enthält nach Children Kieselsäure, Eisen, Mangan, Kalk und eine Spur Titan. B.

Bablah, die Schaale der Früchte von *Mimosa cineraria*, kommt als solche aus Ostindien. Das Bablah enthält Gerbsäure, Gallussäure, einen rothen Farbstoff und eine noch nicht untersuchte stickstoffhaltige Materie. Es wird in der Färberei gebraucht, und früher fand es auch in der Kattundruckerei Anwendung. Erdmann: Journ. f. techn. und oek. Chem. I. 83. M.

Baikalit, der *Diopsid* (*Augit*) vom Baikalsee.

Balancier s. Dampfmaschine.

Baldriansäure s. Valerianasäure.

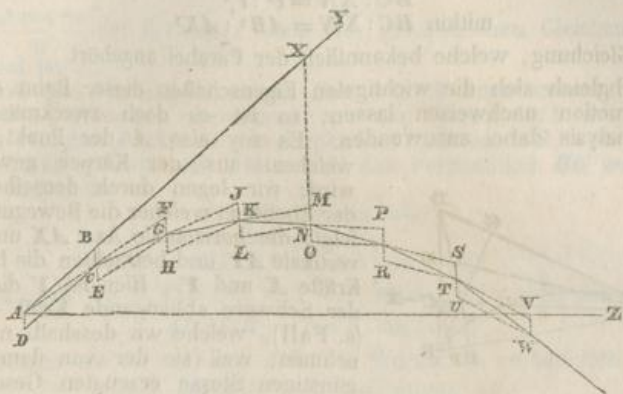
Ballasrubin, Name für den rothen Spinell.

Ballistik heisst die Lehre von der Bahn geworfener Körper, und da die Gesetze vorzugsweise für die Bewegung der aus den Geschützen abgeschossenen Kugeln von grosser Wichtigkeit sind, so wird unter diesem Ausdrücke häufig die Kunst verstanden, Kugeln oder Bomben mit Sicherheit nach einem gegebenen Ziele zu schiessen.

Wären die fortgeworfenen Körper nicht der Einwirkung der Schwere unterworfen und bewegten sie sich im luftleeren Raume, so wäre ihre Bahn eine gerade Linie, auf welcher sie mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgingen. Die beiden angegebenen Ursachen aber bewirken, dass die Kugel sich der Erde nähert und dass die Geschwindigkeit in jedem Momente eine andere wird. Wir wollen hier zuerst die Einwirkung der Schwere betrachten und den Widerstand der Luft übersehen.

Obgleich die Schwere in jedem Momente den Körper gegen den Mittelpunkt der Erde zieht, so wollen wir uns doch zunächst vorstellen, ihre Einwirkung erfolge nach sehr kleinen, messbaren Zeitintervallen. Ebenso wollen wir annehmen, dass die Richtungen der Schwere in allen Punkten der Bahn mit einander parallel seyen, was wir um so eher dürfen, da der Winkel der vertikalen Richtungen am Ende und Anfange der Bahn in allen Fällen, wo wir Versuche machen, klein

ist. Eben so wollen wir das Gesetz übersehen, nach welchem die Gravitation mit der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde kleiner wird, da auch diese Aenderung bei unseren Versuchen sehr klein ist. Wir werden uns also vorstellen, dass die Schwere nach kleinen Zeitintervallen mit derselben Intensität nach parallelen Richtungen wirke.



Es werde nun ein Punkt von A aus nach der Richtung AY geworfen und es bedeute AZ die durch A gehende Horizontale. Die ursprüngliche Stosskraft sey so beschaffen, dass der Körper in einer kleinen Zeit durch den Raum AB getrieben werde; in eben dieser Zeit aber würde ihn die Schwere durch den Raum AD bewegen; die wirklich zurückgelegte Bahn ist also die Diagonale AC des Parallelogramms $ABCD$. Er würde im zweiten Zeittheilchen in der Verlängerung dieser Diagonale den Raum $CF = AC$ durchlaufen, erhielte er von der Schwere nicht in C einen neuen Stoss, in Folge dessen er durch den Raum $CE = AD$ fiele und so geht er im zweiten Zeittheilchen durch die Diagonale CG des Parallelogramms $CFGE$. In Folge der Trägheit müsste er im dritten Zeittheilchen in der Verlängerung von CG den Raum $GJ = CG$ durchlaufen, triebe ihn die Schwere nicht durch den Raum $GH = AD$ und so durchläuft er wirklich den Raum GK . Wenn wir auf diese Weise so fortfahren, den Weg des Körpers zu bestimmen, so finden wir für denselben die Linie $ACGKNQTW$. Nehmen wir die Wirkung der Schwere als stetig an, so erhalten wir eine krumme Linie als Bahn, von welcher Galiläi zuerst zeigte, dass sie eine Parabel sey, deren Durchmesser durch die vertikalen Linien in jedem Punkte bestimmt werde. In dieser Untersuchung zeigt sich sein Scharfsinn bei jedem Schritte, es war die erste krummlinige Bewegung, deren Wesen genauer bestimmt wurde und bei welcher der grosse Nutzen des Parallelogramms der Kräfte nachgewiesen wurde.

Wäre hier die blosse Wurfkraft wirksam, so würde sich der Körper nach der Zeit t in B , nach der Zeit t , in X befinden, unter Einwirkung der Schwere befindet er sich aber in eben diesen Momenten

in C und N , es hat ihn also diese Kraft um die Grössen BC und XN von seiner ursprünglichen Bahn abgelenkt. Nun verhält sich

$$AB : AX = t : t_1$$

nach den Gesetzen des Falles aber verhält sich

$$BC : XN = t^2 : t_1^2$$

$$\text{mithin } BC : XN = AB^2 : AX^2$$

eine Gleichung, welche bekanntlich der Parabel angehört.

Obgleich sich die wichtigsten Eigenschaften dieser Bahn durch Construction nachweisen lassen, so ist es doch zweckmässiger, die Analysis dabei anzuwenden. Es sey also A der Punkt, von welchem aus der Körper geworfen wird; wir legen durch denselben in der Ebene, in welcher die Bewegung erfolgt, die horizontale Axe AX und die vertikale AY und betrachten die beiden Kräfte X und Y . Hier ist Y die von der Schwere abhängende Kraft $-2g$, (s. Fall), welche wir desshalb negativ nehmen, weil sie der von dem auch günstigen Stosse erzeugten Geschwindigkeit entgegenwirkt. Wenden wir hier die allgemeinen Gleichungen der Bewegung an, so ist

$$X = \frac{d^2x}{dt^2} = 0, \quad Y = \frac{d^2y}{dt^2} = -2g$$

indem der Stoss keine Beschleunigung hervorbringt, also $X = 0$ gesetzt werden muss. Wenn wir hier integrieren, so wird

$$x = bt + b_1, \quad y = -gt^2 + ct + c_1 \quad (A)$$

wo b , b_1 , c und c_1 constante Grössen sind. Für den Punkt A erhalten wir die drei Werthe $x = 0$, $y = 0$ und $t = 0$, folglich wird $b_1 = 0$ und $c_1 = 0$. Ist nun AD die ursprüngliche Richtung des Stosses und a die dadurch ertheilte Geschwindigkeit, ferner der Elevationswinkel $\angle DAX = \alpha$, so zerfällt v in die beiden Componirenden $v \cos \alpha$ für die horizontale und $v \sin \alpha$ für die vertikale Richtung. Für eben diese Grössen geben die Gleichungen (A) die Werthe

$$\frac{dx}{dt} = b, \quad \frac{dy}{dt} = -2gt + c$$

Für den Moment $t = 0$ erhalten wir also

$$b = v \cos \alpha, \quad c = v \sin \alpha$$

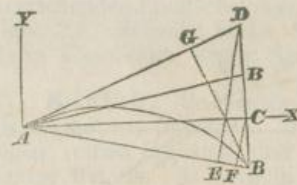
und mithin verwandeln sich die Gleichungen (A) in

$$x = vt \cos \alpha, \quad y = -gt^2 + vt \sin \alpha$$

Wird aus beiden Gleichungen t eliminirt, so wird

$$y = x \tan \alpha - \frac{2g}{2v^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad x^2 = x \tan \alpha - \frac{g}{v^2 \cos^2 \alpha} x^2$$

eine Gleichung, welche der Parabel zugehört. Suchen wir nämlich den höchsten Punkt der Curve auf, ziehen durch denselben eine ver-



tikale Linie und sehen denselben als Scheitel und Axe der Abscissen an, während wir die Ordinaten darauf senkrecht, also horizontal ziehen, nennen die Abscissen u , die Ordinaten z , so ergibt sich durch einige einfache Umbildungen

$$z^2 = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g} \cdot u$$

wo $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$ der Parameter nach der gewöhnlichen Gleichung der Parabel ist.

Ist die Kugel nach einiger Zeit t in B angekommen, so ist $AD = vt$, $BD = gt^2$. Bezeichnen wir den Winkel CAB mit β und fällen von dem Punkte D das Perpendikel DE auf AB , von C das Perpendikel CF auf AB und von B das Perpendikel BG auf AD , so verhält sich

$$AD : DE = 1 : \sin(\alpha + \beta)$$

$$DE : DB = \cos \beta : 1$$

$$\text{mithin } AD : DB = \cos \beta : \sin(\alpha + \beta)$$

Machen wir $B_1C = BC$, also $\angle B_1AC = \beta$, so verhält sich ebenso

$$AD : DB_1 = \cos \beta : \sin(\alpha - \beta)$$

Setzen wir für AD und DB ihre Werthe, so verhält sich

$$\cos \beta : \sin(\alpha \pm \beta) = vt : gt^2, \text{ mithin wird}$$

$$\frac{t}{v} = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \beta} \quad (1)$$

Auf dieselbe Weise verhält sich

$$AB : BG = 1 : \sin(\alpha \pm \beta)$$

$$BG : DB = \cos \alpha : 1$$

$$\text{mithin } AB : BD = \cos \alpha : \sin(\alpha \pm \beta)$$

Bezeichnen wir hier die Weite des Wurfes AB mit r und setzen für DB seinen Werth, so wird

$$\frac{gt^2}{r} = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Setzen wir die beiden Werthe von t^2 , welche sich aus den Gleichungen (1) und (2) ergeben, einander gleich, so wird

$$\frac{r \sin(\alpha \pm \beta)}{g \cos \alpha} = \frac{v^2 \sin^2(\alpha \pm \beta)}{g^2 \cos^2 \beta}$$

und hieraus folgt

$$\frac{r}{v^2} = \frac{\sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha}{g \cos^2 \beta} \quad (3)$$

Diese drei Gleichungen geben alle Relationen an, welche zwischen der Zeit, der Geschwindigkeit, dem Elevationswinkel und der Wurfweite stattfinden, und wenn einige dieser Grössen bekannt sind, so lassen sich daraus die anderen finden.

Sind uns Zeit und Elevationswinkel gegeben, so lassen sich Geschwindigkeit und Weite berechnen. Es wird nämlich

$$v = \frac{gt \cos \beta}{\sin^2(\alpha \pm \beta)} \quad \text{aus der Gleichung (1)}$$

$$r = \frac{gt^2 \cos \alpha}{\sin(\alpha \pm \beta)} \quad \text{aus der Gleichung (2).}$$

Sind Weite und Elevationswinkel gegeben, so wird

$$t = \sqrt{\frac{r \sin(\alpha \pm \beta)}{g \cos \alpha}} \quad \text{aus (2)}$$

$$v = \sqrt{\frac{rg \cos^2 \beta}{\sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha}} \quad \text{aus (3)}$$

Sind endlich Geschwindigkeit und Höhe gegeben, so wird

$$t = \frac{v \sin(\alpha \pm \beta)}{g \cos \beta} \quad \text{aus (1)}$$

$$r = \frac{v^2 \sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha}{g \cos^2 \beta} \quad \text{aus (3)}$$

Um den Winkel α aus den übrigen Stücken herzuleiten, setzen wir

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

und es wird daher die Grösse

$$\sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha = \sin \alpha \cos \beta \cos \alpha \pm \sin \beta \cos^2 \alpha$$

gleich einer constanten Grösse, welche wir mit C bezeichnen wollen.

Setzen wir $\sin \alpha = x$, so wird $\cos \alpha = \sqrt{1-x^2}$ und mithin wird diese Gleichung, wenn sie zugleich durch $\cos \beta$ dividirt wird

$$x \sqrt{1-x^2} \pm \tan \beta (1-x^2) = \frac{C}{\cos \beta}$$

Aus dieser Gleichung lässt sich stets der Werth von x herleiten, zugleich aber sehen wir, dass x als Wurzel einer quadratischen Gleichung zwei Werthe hat, so dass wir stets zwei Elevationswinkel finden, welche derselben Wurfweite entsprechen; nur dann, wo beide Wurzeln der Gleichung einander gleich sind, finden wir einen einzigen Winkel, welcher zugleich dem Falle entspricht, wo die Kugel am weitesten geht. Diese beiden gleichen Wurzeln entsprechen dem Falle, wo $\sin \alpha = \sin \frac{1}{2}(90^\circ \pm \beta)$ ist, und um zu übersehen, dass die Weite hier am grössten ist; betrachten wir die Gleichung

$$r = \frac{v^2 \sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha}{g \cos^2 \beta}$$

da hier v , g und β constante Grössen sind, so hängt der Werth von r nur von $\sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha$ ab. Nun ist

$$\begin{aligned} \sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha &= \sin \alpha \cos \alpha \cos \beta \pm (1 - \sin^2 \alpha) \sin \beta \\ &= \sin \alpha \cos \alpha \cos \beta \pm \left(\frac{1}{2} - \sin^2 \alpha\right) \sin \beta \pm \frac{1}{2} \sin \beta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ferner } \sin \alpha \cos \alpha &= \frac{1}{2} \sin 2\alpha \\ \frac{1}{2} - \sin^2 \alpha &= \frac{1}{2} \cos^2 2\alpha, \text{ also} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin(\alpha \pm \beta) \cos \alpha &= \frac{1}{2} \sin 2\alpha \cos \beta \pm \frac{1}{2} \cos 2\alpha \sin \beta \pm \frac{1}{2} \sin \beta \\ &= \frac{1}{2} \sin(2\alpha \pm \beta) \pm \frac{1}{2} \sin \beta \end{aligned}$$

mithin wird

$$r = \frac{v^2 \sin(2\alpha \pm \beta) \pm v^2 \sin \beta}{2g \cos^2 \beta}$$

Hier hängt offenbar die Weite des Wurfes nur von $\sin(2\alpha \pm \beta)$ ab und sie erreicht mit dem Werthe dieses Sinus ihr Maximum; dieses geschieht, wenn $2\alpha \pm \beta = 90^\circ$ oder $2(\alpha \pm \beta) = 90^\circ \mp \beta$ oder $\alpha \pm \beta = 45^\circ \mp \beta$ ist. Zugleich folgt aber aus dieser Gleichung, dass zu allen Winkeln, welche gleich viel über oder unter 45° liegen, dieselbe Wurfweite gehört.

Auf ähnliche Weise lässt sich die grösste Höhe bestimmen, welche der Körper über der durch A gehenden Horizontalen erreicht. Der Körper steigt nämlich so lange, bis die von der Schwere in derselben Zeit erzeugte Endgeschwindigkeit gleich der vertikalen Componente der Stossgeschwindigkeit ist. Ist also t die Zeit, nach welcher der Körper das Maximum seiner Höhe erlangt, so erlangt er von der Schwere in dieser Zeit die Geschwindigkeit $2gt$; die vertikale Componente der vom Stoss erzeugten Geschwindigkeit ist $v \sin \alpha$, mithin wird

$$v \sin \alpha = 2gt \text{ oder } t = \frac{v \sin \alpha}{2g}$$

Während der Zeit t aber fällt der Körper durch den Raum

$$gt^2 = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{4g}$$

In eben dieser Zeit steigt der Körper durch die Höhe $tv \sin \alpha = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

Der Unterschied dieser beiden Grössen giebt den grössten Werth h der Höhe, also ist

$$h = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{4g} - \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{4g} \text{ oder}$$

$$\frac{4hg}{v^2} = \sin^2 \alpha \quad (5)$$

Hier erreicht h offenbar seinen grössten Werth mit $\sin^2 \alpha$, was dann geschieht, wenn $\alpha = 90^\circ$ ist, der Körper also vertikal nach oben geworfen wird.

Die Geschwindigkeit V des Körpers in irgend einem Punkte seiner Bahn im Momente t nach dem Anfange seiner Bewegung ist zusammengesetzt aus der constanten Horizontalgeschwindigkeit $v \cos \alpha$ und dem Unterschiede der vertikalen Geschwindigkeiten $v \sin \alpha$ und $2gt$, es ist also

$$V = \sqrt{(v \cos \alpha)^2 + [v \sin \alpha - 2gt]^2} \quad (5)$$

Dieser Ausdruck zeigt, dass die Geschwindigkeit sich in jedem Momente ändert. Sie erreicht zuerst ein Maximum, wenn $2gt$, also $t = 0$ ist, d. h. im Anfange der Bewegung, hierauf nimmt sie ab, so wie $2gt$ grösser wird, und erreicht ihren kleinsten Werth, wenn $v \sin \alpha = 2gt$ wird, d. h. wenn der Körper seine höchste Stelle erreicht hat. Wenn nun ferner $2gt > v \sin \alpha$ wird, wenn also der Körper wieder zu sinken anfängt, nimmt die Geschwindigkeit wieder zu und wenn $2gt = 2v \sin \alpha$ ist, wenn also der Körper die Horizontale durch A wieder erreicht, so ist die Geschwindigkeit wieder eben so gross, als im Anfange.

Wenn wir annehmen, dass die Punkte A und B in derselben

Horizontalen liegen, so lassen sich die obigen Ausdrücke vereinfachen, indem $\beta = 0$ wird; sie gehen dann in die folgenden über:

$$\frac{gt}{v} = \sin \alpha \quad (1)$$

$$\frac{gt^2}{r} = \tan \alpha \quad (2)$$

$$\frac{r}{v^2} = \frac{1}{2} \sin \alpha \quad (3)$$

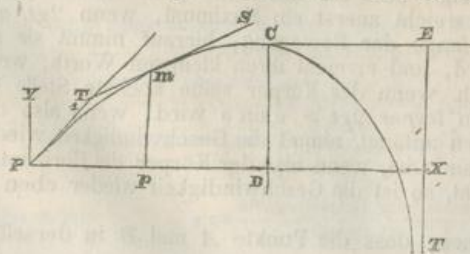
$$\frac{4gh}{v^2} = \sin^2 \alpha \quad (4)$$

und hier wird die Weite am grössten für $\alpha = 45^\circ$.

Nach den oben entwickelten Ausdrücken lassen sich alle Umstände bestimmen, welche bei der Bahn geworfener Körper vorkommen, sobald diese sich im leeren Raume bewegen. Weit schwieriger aber wird die Untersuchung, wenn wir den Widerstand der Luft berücksichtigen, ja das Problem ist unter diesem Gesichtspunkte noch keinesweges vollständig gelöst. Wenn der geworfene Körper vorwärts geht, so drückt er die Luft, auf welche er stösst, zusammen und nöthigt dieselbe seitwärts auszuweichen; an der Stelle aber, welche er eben verlässt, befindet sich ein leerer Raum, in welchen die Luft von allen Seiten stürzt. Beide Umstände schwächen offenbar die Grösse der Bewegung des Körpers und seine Geschwindigkeit wird durch diese stetig entgegenwirkende Kraft kleiner. Wir können annehmen, dass dieser Widerstand nach einer Richtung wirke, welche in jedem Momente mit der Tangente der Bahn zusammenfällt. Offenbar hängt er von der Dichtigkeit des Körpers und der Luft, seiner Geschwindigkeit und der Beschaffenheit der Fläche ab, mit welcher er auf die fortzutreibende Luft trifft. Bleiben Dichtigkeit und Gestalt dieselben, so ist der Widerstand nur eine Function der Geschwindigkeit, über deren Beschaffenheit aber die bisherigen Untersuchungen noch keinen genügenden Aufschluss gegeben haben. Die meisten Erfahrungen scheinen indessen darauf zu deuten, dass bei mässigen Geschwindigkeiten der Widerstand proportional sey mit dem Quadrate der Geschwindigkeit und dieses Gesetz wollen wir den folgenden Untersuchungen zu Grunde legen.

Da dieser Widerstand der Bewegung der Kugel entgegengesetzt ist, so wird begreiflich, dass derselbe die Kugel nicht aus der vertikalen Ebene entfernen kann, in welcher sie sich bewegt und wir dürfen daher nur die Componenten nach der Axe der x und der y berücksichtigen. Es werde nun die Kugel von P aus gewor-

fen und es kommt nur darauf an, den Widerstand der Luft in jedem Punkte der Bahn, m , zu bestimmen. Bezeichnen wir allgemein den Bogen Pm mit s , so geben die Quotienten $\frac{dx}{ds}$ und



$\frac{dy}{ds}$ bekanntlich die Cosinus der Winkel an, welche die Tangente mT mit der Axe der x und der y bildet. Bezeichnen wir nun den Widerstand des Mittels mit R und beachten, dass er der Bewegung entgegen nach der Richtung mT wirkt, so werden die beiden Componenten nach der Axe der x und y offenbar

$$-R \frac{dx}{ds} \quad \text{und} \quad -R \frac{dy}{ds}$$

Setzen wir nun diese Grössen in die beigegebenen Gleichungen für die Bewegung, so werden diese

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -R \frac{dx}{ds} \quad \text{und} \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -2g - R \frac{dy}{ds}$$

Was den Werth von R betrifft, so bleibt derselbe in aller Strenge nur dann unverändert, wenn alle Punkte des geworfenen Körpers und der Luft dieselben bleiben, d. h. wenn der Körper in horizontaler Richtung fortgeht; so wie aber der Körper nach oben geworfen wird, so wird auch der Widerstand wegen verminderter Dichtigkeit der Luft kleiner, wir wollen jedoch diese Aenderung übersehen und annehmen, der Widerstand bleibe stets eben so gross, als am Boden. Legen wir nun die obige Hypothese zum Grunde, dass der Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sey, so können wir $R = mv^2$ setzen, wo m eine von der gegenseitigen Dichtigkeit und der Gestalt des Körpers abhängige Grösse ist. Schreiben wir für v seinen Werth $\frac{ds}{dt}$, so verwandeln sich die beiden eben entwickelten Gleichungen in

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} &= -m \frac{ds}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= -2g - m \frac{ds}{dt} \cdot \frac{dy}{dt} \end{aligned} \right\} (1)$$

Multiplizieren wir die erste dieser Gleichungen mit dt , so wird dieselbe

$$\frac{d^2x}{dt} = -m ds \cdot \frac{dx}{dt} \quad \text{und hieraus ergibt sich}$$

$$\frac{\frac{d^2x}{dt}}{\frac{dx}{dt}} = -m ds, \quad \text{mithin wird}$$

$$h \cdot \log \frac{dx}{dt} = -ms + C$$

$$\text{oder} \quad \frac{dx}{dt} = Ce^{-ms}$$

wo C eine zu bestimmende Constante und e die Basis der hyperbolischen Logarithmen ist. Um C zu bestimmen, müssen wir erwägen, dass im Punkte P der Bogen $s = 0$ wird; bezeichnen wir ferner die Wurfgeschwindigkeit wie oben mit a und den Elevationswinkel mit α , so wird hier die horizontale Geschwindigkeit $\frac{dx}{dt} = a \cos \alpha$, also wird hier $C = a \cos \alpha$ und mithin

$$\frac{dx}{dt} = a \cos \alpha e^{-ms}$$

Bezeichnen wir nun mit β den Winkel, welchen die Tangente mT mit der Axe der x bildet, so ist bekanntlich $\tan \beta = \frac{dy}{dx}$ und setzen wir $\tan \beta = p$, so wird $dy = p dx$, oder wenn wir auf beiden Seiten durch dt dividiren

$$\frac{dy}{dt} = p \frac{dx}{dt}$$

Differentiiren wir diesen Ausdruck und dividiren durch dt , so wird

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dp}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{dt^2}$$

Setzen wir diesen Werth in die zweite der Gleichungen (1), so verwandelt sich diese in

$$\frac{dp}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} = -2g$$

Dividiren wir diese Gleichung durch das Quadrat des oben für $\frac{dx}{dt}$ gefundenen Werthes, so wird

$$\frac{dp}{dx} = \frac{-2g e^{2ms}}{a^2 \cos^2 \alpha} \quad (2)$$

Multipliciren wir beide Seiten mit ds , erwägen aber zugleich, dass $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dx \sqrt{1+p^2}$ und setzen letzteren Werth auf die linke Seite der Gleichung, so wird

$$dp \sqrt{1+p^2} = -\frac{2g e^{2ms} \cdot ds}{a^2 \cos^2 \alpha}$$

und hieraus folgt

$$p \sqrt{1+p^2} + (\log p + \sqrt{1+p^2}) = -C \frac{2g e^{2ms}}{a^2 m \cos^2 \alpha} \quad (3)$$

Um den Werth von C zu bestimmen, müssen wir erwägen, dass im Anfange der Bewegung $s = 0$ und $p = \tan \alpha$ ist und dadurch wird

$$C = \tan \alpha \sqrt{1 + \tan^2 \alpha} + \log (\tan \alpha + \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}) + \frac{2g}{a^2 m \cos^2 \alpha}$$

Um x und y zu bestimmen, müssen wir aus den Gleichungen (2) und (3) die Grösse e^{2ms} eliminiren, dadurch wird

$$dx = \frac{dp}{m \{ p \sqrt{1+p^2} + \log (p + \sqrt{1+p^2}) \} - C} \quad (4)$$

und da $dy = p dx$, so wird

$$dy = \frac{p dp}{m \{ p \sqrt{1+p^2} + \log (p + \sqrt{1+p^2}) \} - C} \quad (5)$$

Um t zu erhalten, benutzen wir die Gleichung

$$\frac{dp}{dt} \cdot \frac{dx}{dt} = -2g \text{ oder } dt^2 = -\frac{dp dx}{2g}$$

und dann ergibt sich aus der Gleichung (4)

$$dt = \frac{dp}{\sqrt{2mg} \{C - p\sqrt{1+p^2} - \log p + \sqrt{1+p^2}\}^{\frac{1}{2}}} \quad (6)$$

wo das Zeichen $-$ für die Wurzelgrössen genommen ist, weil β , der Winkel, dessen Tangente wir mit p bezeichnet haben, desto kleiner wird, je länger die Bewegung gedauert hat, so dass dp und dt entgegengesetzte Zeichen haben müssen.

Eben so lässt sich die Geschwindigkeit v für irgend einen Punkt der Bahn bestimmen; es ist nämlich

$$v^2 = \frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} = (1+p^2) \frac{dx^2}{dt^2} = 2g(1+p^2) \frac{dt^2}{dp^2}$$

Substituiren wir nun für $\frac{dt^2}{dp^2}$ seinen Werth aus der Gleichung (6), so wird

$$v^2 = \frac{2g(1+p^2)}{m \{C - p\sqrt{1+p^2} - \log(p + \sqrt{1+p^2})\}} \quad (7)$$

Aus den obigen Gleichungen (4) und (5) lässt sich der Ort des Körpers in jedem Momente finden; unglücklicherweise aber lassen sich die Integralen derselben nicht unter einer endlichen Gestalt durch p ausdrücken und daher haben verschiedene Mathematiker es versucht, annähernde Werthe desselben anzugeben. Ohne hier länger dabei zu verweilen, mögen die folgenden Bemerkungen genügen. Bezeichnen wir die Grösse, mit welcher dp in der Gleichung (4) multiplicirt ist, mit Fp , so wird

$$dx = Fp \cdot dp \quad \text{und} \quad x = \int Fp \cdot dp$$

Dieses Integral verschwindet für den Anfangspunkt der Bewegung P , wo $p = \tan \alpha$ ist. Je weiter der Körper geht, desto mehr nähert sich die Bahn der horizontalen Richtung und desto kleiner wird p . Wenn wir nun der Reihe nach für p sehr wenig verschiedene Werthe nehmen und die Summe der zugehörigen Werthe von $Fp \cdot dp$ von $p = \tan \alpha$ bis zu einem gegebenen Punkte aufsuchen, so giebt diese den entsprechenden Werth von x . Wir erhalten daher einen angenäherten Werth von x , wenn wir das Intervall zwischen den äussersten Werthen von p in eine grosse Zahl gleicher Theile theilen, und dann die Werthe von Fp für diese Theile berechnen, dann die Summe dieser Grössen aufsuchen und mit der Differenz zweier einander folgenden Werthe von p oder dp multipliciren. Wäre also δ die Differenz, so erhalten wir die folgende Reihe von Werthen:

$$\begin{aligned} p &= \tan \alpha & x &= 0 \\ p &= \tan \alpha - \delta; & x &= -F(\tan \alpha - \delta) \cdot \delta \\ p &= \tan \alpha - 2\delta; & x &= -F(\tan \alpha - \delta) \cdot \delta - F(\tan \alpha - 2\delta) \delta \\ p &= \tan \alpha - 3\delta; & x &= -F(\tan \alpha - \delta) \cdot \delta - F(\tan \alpha - 2\delta) \delta - F(\tan \alpha - 3\delta) \delta \end{aligned}$$

wobei offenbar das Resultat desto genauer wird, je kleiner δ ist. Setzen wir diese Arbeit bis zu dem Punkte fort, wo $p = 0$ wird, wo aber der Körper den höchsten Punkt seiner Bahn erreicht, so haben wir dadurch annähernde Werthe für den aufsteigenden Theil des Weges erhalten. Wenn der Körper dann sinkt, so wird $p < 0$, aber

hier lässt sich die Rechnung eben so fortführen. Eine ähnliche Rechnung lässt sich für y vornehmen.

Untersuchen wir nun die auf diese Weise construirte Curve genauer, so weicht sie sehr bedeutend von der für den leeren Raum gefundenen ab. Sehen wir nämlich bei der letzteren den höchsten Punkt als Anfangspunkt der Coordinaten an und bezeichnen die vertikalen Abscissen mit y , die horizontalen Ordinaten mit x , so sind beide Hälften der Curve congruent und zu jedem y gehören zwei gleiche Werthe von x . Im luftgefüllten Raume aber weichen beide Hälften der Bahn sehr von einander ab, denn zu jedem y gehört in dem steigenden Theile der Curve ein weit grösserer Werth von x als in dem sinkenden; denn da x von der Wirkung des Stosses abhängt und da die durch letzteren hervorgebrachte Geschwindigkeit wegen des Widerstandes der Luft immer kleiner wird, so nähert sich die Curve sehr schnell der vertikalen Richtung und der sinkende Theil der Bahn hat eine vertikale Asymptote.

Es sey C (S. 232.) der höchste Punkt der Bahn, welchen wir als Anfangspunkt der Coordinaten x_1 und y_1 ansehen wollen. Die Abscissen y_1 werden von oben nach unten gerechnet, es ist also $y_1 = -y$; die horizontalen Ordinaten werden $x_1 = x' - PD$, und mithin wird

$$dx_1 = dx, \quad dy_1 = -dy$$

Setzen wir eben so $\frac{dy_1}{dx_1} = p$, so wird $p_1 = -p$, mithin wird

$$\log(p + \sqrt{1+p^2}) = \log(-p_1 + \sqrt{1+p_1^2}) = -\log(p_1 + \sqrt{1+p_1^2}).$$

Dadurch gehen die Gleichungen (4) und (5) in die folgenden über:

$$dx_1 = \frac{dp_1}{m \{ p_1 \sqrt{1+p_1^2} + \log(p_1 + \sqrt{1+p_1^2}) + C \}}$$

$$dy_1 = \frac{p_1 dp_1}{m \{ p_1 \sqrt{1+p_1^2} + \log(p_1 + \sqrt{1+p_1^2}) + C \}}$$

Construiren wir nun mittelst dieser Gleichungen den herabsinkenden Theil der Curve, so können wir p_1 beliebig grosse Werthe geben; ist dieses aber der Fall, so können wir ohne grossen Fehler p_1 für $\sqrt{1+p_1^2}$ setzen; ebenso können wir das Glied $\log(p_1 + \sqrt{1+p_1^2})$ im Vergleich mit p fortlassen; auch die Constante C hat in diesem Falle nur einen verhältnissmässig kleinen Werth, dadurch werden die Gleichungen der Bahn

$$dx_1 = \frac{dp_1^2}{mp_1^2} \quad \text{und} \quad dy_1 = \frac{dp_1}{mp_1}$$

oder

$$x_1 = b - \frac{1}{mp_1} \quad \text{und} \quad y_1 = b_1 + \frac{1}{m} \log p_1$$

wo die Constanten b und b_1 noch näher zu bestimmen sind. Betrachten wir hier y_1 , so kann es mit $\log p_1$ bis zu jeder Grösse wachsen, hat also keine Grenze, was auch in der Natur der Sache liegt, da die Kugel willkürlich tief sinken kann; wenn aber p_1 unendlich gross wird, so verwandelt sich x_1 in b , und dieser Grenz-

werth von x_1 bestimmt also eine vertikale Asymptote von x . Machen wir also $CE = b_1$, so ist EF diese Asymptote.

Setzen wir ferner in der Gleichung (6) $-p_1$ für p_1 , so wird

$$dt = \frac{dp_1}{p_1 \sqrt{2mg}}$$

$$\text{mithin } t - b_2 + \frac{1}{\sqrt{2mg}} \log p_1$$

und wenn wir den Werth von $\log p_1$ aus dieser Gleichung in die oben für y_1 gefundene setzen, so wird

$$y_1 = t \sqrt{\frac{2g}{m}} + \text{Const.}$$

ein Beweis, dass sich die Geschwindigkeit mit der Annäherung der Bahn an die vertikale Richtung einer constanten Grösse $\sqrt{\frac{2g}{m}}$ nähert.

Wie das Gesagte zeigt, so ist die Gestalt der Kugelbahn nebst der Geschwindigkeit noch keinesweges vollständig bestimmt; nicht bloss sind die Gleichungen so beschaffen, dass die Werthe der Coordinaten sich noch nicht mit Schärfe angeben lassen, sondern es fehlen auch noch experimentelle Data, die bisher noch nicht vollständig aufgefunden sind. Dahin gehört namentlich der Werth für den Widerstand der Luft. Ob wir denselben proportional mit v^2 annehmen sollen, oder ob wir mit Hutton denselben $= av + bv^2$ setzen müssen, wo a und b constante Coëfficienten sind, oder ob wir dafür andere Functionen der Geschwindigkeit annehmen müssen, wie dieses namentlich Schmidt gethan hat, lässt sich bis jetzt nicht entscheiden, da die Versuche noch vieles zu wünschen übrig lassen; nur soviel ist gewiss, dass die Bahnen sehr bedeutende Abweichungen von der Parabel zeigen.

Um sich von der parabolischen Bahn geworfener Körper zu überzeugen, wird gewöhnlich ein Apparat angewendet, welcher aus einem vertikal stehenden Brette besteht, an welchem ein gekrümmter Kanal befindlich ist, aus welchem eine kleine Kugel hervorrollt, welche dann beim weiteren Falle eine parabolische Bahn beschreibt; um letztere zu erkennen, ist auf dem Brette eine Reihe von Ringen befestigt, welche in einer Parabel liegen, durch welche die Kugel fällt. Weit deutlicher sieht man diese Bahn an dem Wasser, welches aus einer Pumpe hervortritt, indem der zusammenhängende Wasserstrahl in diesem Falle sehr deutlich die Curve angiebt; zugleich überzeugt man sich dabei von dem Einflusse, welchen die Beschaffenheit des ursprünglichen Stosses auf die Beschaffenheit der Bahn hat.

Wenn wir nun erwägen, dass der Weg, welchen der geworfene Körper nimmt, zugleich von der ursprünglichen Stossgeschwindigkeit und dem Raume bestimmt wird, durch welchen derselbe während der Zeit der Bewegung fallen würde, so ergeben sich hieraus mehrere Erfahrungen beim Schiessen. Bei keinem Gewehre ist die Axe des Laufes parallel mit der Visirlinie; ist letztere genau horizontal, so ist die Axe etwas nach oben gerichtet, und wenn die Kugel also auch auf einen Punkt trifft, welcher mit dem Auge in derselben Horizon-

talen liegt, so hat sie doch zuerst eine nach oben gerichtete Bahn beschrieben und ist später wieder gesunken. Durch Erfahrung haben es die Künstler gelernt, den Winkel, welchen die Visirlinie mit der Axe des Laufes macht, für eine gegebene Pulvermenge und Kugel zu bestimmen. Zugleich aber folgt hieraus, dass man nur in einer gewissen Entfernung sicher schießen kann; denn liegt das Ziel näher oder weiter als die Entfernung, für welche das Gewehr eingerichtet ist, so schießt man entweder über oder unter demselben fort, was geübte Schützen bekanntlich dadurch vermeiden, dass sie bei verschiedenen Distanzen entweder etwas anders visiren, oder dass sie die Pulverladung und damit die Grösse des ersten Stosses ändern. Wird nämlich der Stoss und damit die Anfangsgeschwindigkeit der Kugel grösser, so erreicht diese das Ziel eher als sie tief gesunken ist. Sehr auffallende Erfahrungen dieser Art wurden gemacht, als an den Büchsen statt der früheren Stahl- und Steinschlösser die mit Percussion eingeführt wurden. Geübte Schützen, welche nach der alten Einrichtung das Centrum der Scheibe sehr sicher trafen, schossen mit derselben Büchse zu hoch, wenn das Pulver durch Zündhütchen angezündet wurde, wobei die Verbrennung des Pulvers vollständiger und der Stoss heftiger war. So wie das Visir für die Percussion passend eingerichtet war, schossen sie zu tief, wenn sie wieder ein altes Schloss benutzten. K.

Ballotin (Pikroballota) die Blätter von *Ballota lanata* enthalten nach Jori einen Bitterstoff, der jedoch näherer Untersuchung noch bedarf. M.

Balsame. Die Harze, welche aus den Bäumen ausfliessen, erhalten zum Theil lange ihren flüssigen Zustand, indem sie eine Menge flüssigen Oeles enthalten, welches sich nicht leicht verflüchtigt oder oxydirt. Man pflegt dieselben Balsame so zu nennen. Dazu gehört namentlich der Copaivabalsam, Meccabalsam, Perubalsam, Tolubalsam, flüssiger Storax (diese drei letzten enthalten Zimmtsäure), der Terpenthin, der Vernix chinensis u. m. a. Die französischen Pharmaceuten benennen mit dem Namen Balsame die Benzoësäure enthaltenden Harze; sie rechnen daher den Benzoë zu den Balsamen, nicht aber den Terpenthin. Diese Nomenclatur kann nicht beibehalten werden, da die Balsame, von denen man annahm, sie enthielten Benzoësäure, in der That meist Zimmtsäure enthalten. Vergl. Harze. M.

Baregin, auch Theiothermin und Zoogen genannt, s. Glairin.

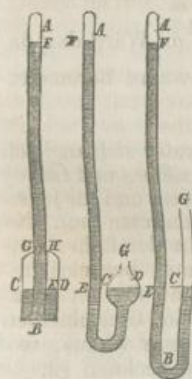
Barille heisst die beste aus Spanien kommende Soda, sie enthält bis zu 30 pCt. wasserfreies kohlen-saures Natron. B.

Barium, *Ba* = 856,880, ein 1808 von Davy zuerst dargestelltes Metall. Man kann es nur durch die galvanische Säule erhalten, indem man Baryterdehydrat mit Wasser angerührt auf Quecksilber legt, und mit dem negativen Pol verbindet. Beim Schliessen der Kette entsteht eine Verbindung von Quecksilber und Barium, aus der

man das Quecksilber bei nicht zu hoher Hitze abdestillirt. — Das Barium ist grau, schmelzbar vor der Rothgluth, oxydirt sich an der Luft und im Wasser, und sinkt in concentrirter Schwefelsäure unter. Seine Verbindungen zeichnen sich durch hohes specifisches Gewicht aus, mit Sauerstoff giebt es ein salzbildendes Oxyd, die Baryterde, und ein Superoxyd. s. Schwefelbarium. B.

Bariumsuperoxyd, $\text{Ba} = 1056,88$; in 100 Th.: 81,08 B; 18,92 S; entsteht, wenn man reines Sauerstoffgas über glühende, reine Baryterde leitet. Es ist eine erdige graue Substanz, mit Wasser übergossen verwandelt sie sich in ein weisses Hydrat, das man zur Darstellung des Wasserstoffsuperoxydes gebraucht. B.

Barometer (Luftdruckmesser, $\beta\acute{\alpha}\rho\omicron\varsigma$ die Schwere, $\mu\acute{\epsilon}\tau\rho\nu$ das Maas). Eine Vorrichtung, den Druck der Luft zu bestimmen. Die gebräuchlichsten Instrumente dieser Art gründen sich auf Torricelli's Versuch, (s. d.) und eine sogenannte torricellische Röhre ist der wesentlichste Bestandtheil des gewöhnlichen Barometers. Da das Quecksilber dazu dient, in derselben dem Druck der Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten, so ist es zweckmässig, diese Instrumente von anderen Luftdruckmessern durch den Namen Quecksilberbarometer zu unterscheiden. Die verschiedene Einrichtung der torricellischen Röhre an dem Instrument giebt Veranlassung zur Unterscheidung. Bei dem Gefässbarometer senkt sich die Röhre AB



in ein cylindrisches Gefäß GBH . Die Höhe der Quecksilbersäule EF , welche dem Luftdruck das Gleichgewicht hält, wird von der Oberfläche des Quecksilbers in diesem Gefässe bis zum Gipfel der gekrümmten Oberfläche desselben oben in der Röhre gerechnet, und durch passende Vorrichtungen gemessen. Bei dem Heberbarometer ist die torricellische Röhre unten heberförmig umgebogen und die Höhe EF ist die Erhebung der Quecksilberfläche in dem geschlossenen Schenkel über der in dem offenen, auf den der Druck wirkt. An dem Phiolenbarometer befindet sich statt des offenen Schenkels am Heberbarometer, eine phiolenförmige Ausblasung der Glasröhre, GCD , in welcher die in der gekrümmten, bei A luftleeren Röhre eingeschlossenen Quecksilbermasse dem atmosphärischen Drucke ausgesetzt wird. Auch hier ist EF die Länge der

Quecksilbersäule, welche dem Luftdruck nach dem Hauptgesetz der Hydrostatik (s. d.) das Gleichgewicht hält.

Da die Barometerveränderungen zum Theil auch vom Wetter abhängig sind, und namentlich ein plötzliches Fallen des Barometers auf Sturm und heftigen Regen schliessen lässt, so ist das Barometer als Wetterglas ein viel verbreitetes Instrument. Zu diesem Behuf bedarf es keiner sehr genauen Messung des Barometerstandes. Es reichen daher in den meisten Fällen die Phiolenbarometer aus, bei denen man auf die Veränderungen des Niveaus in dem birnförmigen Gefäss nicht Rücksicht zu nehmen hat. Beim Steigen des Quecksil-

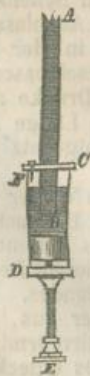
bers in der torricellischen Röhre unter dem Vacuum sinkt die Flüssigkeit nothwendig in der Phiole. Die an dem Instrumente angebrachte Scale giebt aber nur das Steigen in der Röhre zu erkennen. Die Scale giebt also jedesmal bei hohem Barometerstande zu wenig, bei niedrigem zu viel an. Es ist die Abweichung aber nur gering, weil die Phiole bedeutend weiter ist als die Barometerröhre, so dass, wenn das Quecksilber bis zu einem Zoll in dieser gehoben ist, es in der Phiole vielleicht nur um $\frac{1}{100}$ Zoll sinkt.

Für den Zweck der Beobachtung des Wetterglases ist diese Abweichung nicht zu beachten. Bei genaueren Beobachtungen kommt sie in Betracht und dann sind die Phiolenbarometer unbrauchbar, weil das angeblasene Gefäss keine cylindrische Wandung hat, und sich daher die Querschnitte der Röhre und der Phiole nicht überall gleich verhalten. Fände diess statt, so könnte durch Rechnung eine angemessene Correction bei jeder Beobachtung bestimmt werden.

In solchen Fällen kann ein Gefässbarometer mit besserem Erfolg angewendet werden, sobald das Gefäss genau cylindrisch ist, wie auch derjenige Theil der Barometerröhre, in dem die Veränderungen des Standes beobachtet werden. Denkt man sich nämlich ein solches Barometer bei irgend einer Temperatur t° und bei einem Barometerstande von b Zollen regulirt, und ist $1:m$ das ermittelte Verhältniss der Durchschnittsflächen von Röhre und Gefäss, so wird bei derselben Temperatur, wenn das Barometer um a Zoll über b gestiegen ist, die Oberfläche des Quecksilbers im Gefäss um $\frac{1}{m}a$ gesunken sein.

Der Barometerstand ist also $b + a + \frac{1}{m}a = b + \frac{m+1}{m}a$. Wäre das Barometer um a Zoll unter b gesunken, so wäre der wahre Barometerstand $b - \frac{m+1}{m}a$.

Anders fällt die Correction aus, wenn die Temperatur sich zugleich ändert. Man hat dann auf die Ausdehnung des Quecksilbers und Glases Rücksicht zu nehmen, welches die Sache sehr erschwert und für jedes Barometer eine individuelle Formel nöthig macht: da man nun die Quecksilbersäulen sowohl in dem Gefässe als auch in der Röhre von der untersten Fläche des inneren Raumes berücksichtigen muss. Ausserdem setzt eine solche für ein Barometer berechnete Correctionsformel ein Gleichbleiben der Quecksilbermasse in dem Instrumente voraus, worauf in den seltensten Fällen sicher zu rechnen ist.



Wegen dieser Schwierigkeiten hat man diese Methode bald verlassen und dafür Gefässbarometer mit verstellbarem Niveau eingeführt. Das Gefäss besteht aus einem inwendig genau abgeschliffenen Glaszylinder CD , in welchem sich ein Stempel luftdicht in die Höhe schieben und durch eine Schraube E genau einstellen lässt. Dieser Stempel bildet den Boden des Gefässes und die Oberfläche des darin enthaltenen Quecksilbers lässt sich demnach beliebig einstellen. Der Anfangspunkt der Scale für das Barometerrohr wird durch eine in das Gefäss hinabreichende Stahlspitze F angegeben. Bei jedem Ver-

such wird das Barometer mittelst geeigneter Vorrichtung in genaue vertikale Lage gebracht und die Schraube des Gefäßes so lange gedreht, bis die Oberfläche des Quecksilbers sich mit der Stahlspitze berührt. Das Annähern derselben und das Zusammentreffen kann durch die Spiegelung der Stahlspitze im Quecksilber sehr genau beobachtet werden. Ist diese Einstellung vollendet, so lässt sich dann der Stand des Quecksilbers in der Röhre genau beobachten, und man liest die Barometerhöhe unmittelbar ab. Diese bedarf dann nur noch der Correction für die Quecksilberwärme. Die hier beschriebene Einrichtung des Gefäßbarometers ist die Fortin'sche. Zum Behuf für Beobachtungen auf Reisen werden die Barometer in ein Gestell eingeschlossen, das drei Füße hat, die sich wie die Füße eines Messisches in einen Stab zusammenlegen. Oben enthält dieser so zusammengesetzte Fuss eine Cardani'sche Auflage für das Barometer, in welcher dieses so schwebt, dass es durch sein eigenes Gewicht die vertikale Lage annimmt. Das Barometerrohr ist von einer Messinghülle umgeben, auf welcher sich die genaue Theilung befindet. Ein verschlossener Nonius lässt sich so stellen, dass man in dem daran befindlichen Mikroskope die Oberfläche des Quecksilbers der Röhre durch die Mitte des Fadenkreuzes begränzt sieht. Die Ablesung des Nonius gestattet eine Beobachtung der Barometerhöhe bis auf Hundertel der Linie. Instrumente dieser Art gehen aus der Werkstätte des Geh.-R. Pistor in Berlin sehr vollkommen hervor. Auch sind die Barometer von J. G. Greiner jun. zu empfehlen.

Es ist nöthig das Barometerrohr möglichst weit zu wählen, damit der Fehler der Capillarität (s. d.) möglichst gering werde. Dieser beträgt bei weiter Röhre etwa $\frac{1}{3}$ Linie, bei enger oft über $\frac{2}{3}$ Linie. Die Kenntniss dieses Fehlers ist durchaus nöthig und muss bei guten Barometern vorher ermittelt werden. Er bleibt ziemlich constant und ist immer additiv, so dass $b + \beta$ der Barometerstand ist; wenn man am Gefäßbarometer b abliest und β als Capillaritätsabweichung ermittelt hat. Da aber die Capillarität sich auch mit der Wärme ändert, so ist dieser Fehler doch nicht vollkommen constant, und aus diesem Grunde sind die Heberbarometer vorzuziehen, bei welchen der Einfluss desselben fast ganz aufgehoben ist. Die Dimensionen der Röhre sind hier im kurzen wie im langen Schenkel möglichst gleich, die Capillardepression also zu beiden Seiten dieselbe; der Einfluss der Temperatur auf die Capillardepression ebenfalls gleich. Man ist daher berechtigt, die an einem guten Heberbarometer beobachtete Höhe der Quecksilbersäule für die richtigste Bestimmung des Luftdruckes anzunehmen. Die Heberbarometer haben entweder eine feste Scale oder eine bewegliche. Ist die Scale fest, so hat sie ihren Nullpunkt etwa in der Mitte der ganzen Länge und zählt die Theile (entweder Pariser Linien alten Maasses oder Millimeter) sowohl nach oben als nach unten. Zwei mit Mikroskopen versehene Nonien sind an der Scale angebracht, der obere für die Einstellung auf dem langen Schenkel, der untere für die Einstellung auf dem kurzen. Wenn beide Mikroskope die Kuppen der Quecksilberoberflächen im Durchschnitte der Kreuzfäden haben, ist unter Voraussetzung einer genau wagerechten Lage des Instrumentes die Beobachtung vollendet. Die von den Nonien angegebenen Maasse geben addirt die Höhe der

Quecksilbersäule. Bei der beweglichen Scale wird das unten an ihr feste, auf den Nullpunkt eingestellte Mikroskop in die Lage gebracht, dass der Durchschnitt der Kreuzfäden desselben die Kuppe der unteren Quecksilberoberfläche trifft. Dann wird der obere bewegliche Nonius mit seinem Mikroskop so lange verschoben, bis die Quecksilberhöhe im langen Schenkel dadurch bestimmt ist. Die Ablesung giebt dann unmittelbar den Barometerstand, der nur noch der Wärmecorrection bedarf. Von dieser Einrichtung ist das in der beistehenden Figur abgebildete Pistor'sche, zu stationären Beobachtungen



eingerihtete Heberbarometer. Die Röhre *ABC* hat einen Durchmesser von 6—7 Linien Pariser Maas, und ist so gebogen, dass der offene Schenkel *C* mit dem oberen Theile des geschlossenen *A* in gerader Linie liegt. Sie wird erhitzt mit heissem Quecksilber gefüllt, um die atmosphärische Luft zu entfernen. Sie ist dann in eine Fassung von gutem, gegen die Einflüsse der Temperatur und Feuchtigkeit geschützten Holze eingeschlossen, so dass man den in der zweiten, die Rückseite des Instruments darstellenden Zeichnung, punktirten Theil derselben nicht sieht. Der freie Theil wird dadurch sichtbar, dass die hölzerne Einfassung an diesen Stellen durchbrochen ist. In dieselbe hölzerne Fassung ist in gleicher Tiefe ein kleines cylindrisches, aus derselben Glasröhre verfertigtes Gefäss *D* eingelassen. Dieses ist mit Quecksilber gefüllt, in welchem ein genaues Thermometer steht, dessen Scale *E* an einer durchbrochenen Stelle der Fassung sichtbar wird. Oben ist dieses Gefäss sorgfältig mit einem Pfropfen verschlossen, der nichts weiter als die Thermometerröhre hindurch lässt. Dies Thermometer dient zur Bestimmung der Quecksilberwärme. Auf der Vorderseite der Fassung, welche durch die erste Zeichnung dargestellt wird, ist eine $1\frac{1}{2}$ Zoll breite und $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Messingplatte *FG* über die ganze Länge des Instrumentes hin vor dem oberen und unteren Theile der Barometerröhre befestigt, und an den Stellen, wo das untere Niveau des Quecksilbers beobachtet werden soll, durchbrochen. Längs dieser Platte lässt sich ein eben so dicker aber nicht ganz so breiter Messingstab *HK* auf- und abschieben, auf welchem sich die in Linien und Fünftel derselben eingetheilte Scale befindet. Dieser Stab hat zwei Mikroskope *M* und *L*. Die Axe des letzteren schneidet genau den Nullpunkt der Scale. Es wird auf den Gipfel der Quecksilberkuppe im kurzen Schenkel gerichtet. Die angenäherte Einstellung geschieht durch Verschiebung dieser beweglichen Scale mittelst des Knopfes *N*, die genauere durch eine Mikrometerschraube *Q*. Der Stand des Quecksilbers in dem

langen Schenkel wird durch das Mikroskop *M* beobachtet, das sich an dem beweglichen Nonius innerhalb des durchbrochenen Maassstabes auf- und abführen lässt und ebenfalls eine Mikrometerschraube *R* hat. Auf dem Nonius sind 20 Th. der Scale (4 Linien umfassend) in 21 Theile getheilt, so dass sich Hundertel der Linie ablesen lassen. In dem Maassstabe *HK* ist ungefähr auf der Mitte das Thermometer *T* eingelassen, welches zur Beobachtung der Temperatur der Scale dient. Das so eingerichtete Instrument ruht unten mit einem messingenen Kegel *U* in einer kleinen Pfanne, die von einem stählernen Bügel *V* getragen wird und geht oben mit einem Zapfen *W* durch ein kreisrundes Loch des Bügels *X*. Beide Bügel sind an das hölzerne Brett *Y* angeschraubt, welches durch zwei eiserne Pflöcke *Z, Z'* an die Wand des Zimmers befestigt werden kann. Die Aufstellung muss so geschehen, dass *UW* eine genaue Vertikallinie wird. Die Zeichnung giebt auf der Messingscale bei *r* noch eine mit einem Nonius versehene Eintheilung an, mit welcher sich die Veränderung des unteren Niveaus in der Barometerröhre genau bestimmen lässt. Die Beobachtung dieses Nonius dient eines Theils zur Controlle bei vielen hinter einander folgenden Ablesungen der Barometerstände, andererseits dient sie auch zur Bestimmung der Wärmewirkung auf das eingeschlossene Quecksilber; denn gesetzt, die Quecksilbersäule in ihrem ganzen Zusammenhange von der einen Kuppe im kurzen Schenkel bis zur anderen habe bei einer gewissen Temperatur *t* die Länge *l*, so muss unter Voraussetzung einer möglichst genauen cylindrischen Röhre bei gleichbleibender Temperatur auch diese Länge *l* ungeändert sein, wenn auch das Quecksilber in beiden Schenkeln wegen Aenderung des Luftdrucks eine andere Stellung annimmt. Wenn daher das Quecksilber im kurzen Schenkel um *d* fällt, so muss es im langen um *d* steigen. Folglich giebt es für jeden Stand des unteren Quecksilberniveaus für die Temperatur *t* einen bestimmten Stand des oberen Niveaus. Geht die Temperatur aus *t* in *t'* über, so findet sich das obere Niveau nun an einer anderen Stelle als an derjenigen, welche es bei gleichem Stande des unteren Niveaus einnehmen müsste. Ist *t' > t*, so wird der Abstand vom unteren Niveau auch ein grösserer sein. Der Unterschied sey δ , so ist δ die durch die Temperaturdifferenz $t' - t$ hervorgebrachte Verlängerung der ganzen Quecksilbersäule *l*. Will man daher die bei der Temperatur *t'* beobachtete Barometerhöhe, d. i. den Abstand beider Niveaus *b'* auf diejenige Länge reduciren, welche sich unter gleichem Drucke der Atmosphäre ergeben müsste, so ist die Proportion anzuwenden $l + \delta : l = b' : b$, d. i. $b = \frac{b'l}{l + \delta}$ mit grosser Annäherung $b = b_1 \left(1 - \frac{\delta}{l}\right)$.

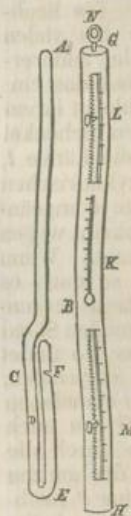
Da diese Correction indessen genaue cylindrische Röhren voraussetzt, so ist die Beobachtung des Thermometers im Quecksilber und die darauf gegründete Correctionsrechnung vorzuziehen. Diese erstreckt sich auch auf die Ausdehnung der Messingscale, welche durch das in dieser angebrachte Thermometer beobachtet wird. Im Art. Wärmeausdehnung sind die Elemente folgender Correctionsformel gegeben, nach welcher der Barometerstand *b* für 0° des Quecksilbers und 16° C. der Scale aus dem bei *t*° C. des Quecksilbers und

t' C. der Scale beobachteten Barometerstande b' abgeleitet werden kann. Es ist

$$b = b' [1 + 0,0001823 (t' - 16)] (1 - 0,0001802 t)$$

Zur Ersparung dieser Rechnung sind Tabellen berechnet, unter anderen von Schumacher (s. Hypsometrie), in denen $t = t'$ vorausgesetzt ist. Es kann überhaupt auch eine Beobachtung nur dann zuverlässig genannt werden, wenn eine so vollkommene Ausgleichung der Temperatur des Instrumentes stattfindet, dass die Wärme des Quecksilbers im Barometer und der Messingscale an demselben nicht unterschieden sind.

Unter den mannigfaltigen Einrichtungen, die das Heberbarometer als Reisebarometer erhalten hat, erwähnen wir die nach Gay-Lussac's Angabe von Bunten zuerst und später von Greiner in Berlin ausgeführte. Die Röhre besteht aus zwei Theilen, die mit einander verschmolzen sind. Der obere Theil $ABCD$ in der beigefügten Figur endet mit einem trichterförmigen Fortsatz CD , dessen Spitze in der Mitte der unteren Röhre CEF ist. Bei C ist der untere Theil um den oberen fest angeschmolzen. Da die Luftbläschen im Barometerrohr zwischen Glas und Quecksilber aufsteigen, so wird sich alle Luft, die etwa bei der Erschütterung des Instrumentes in horizontaler Lage sich einschleichen könnte, in dem Raum fangen, der zwischen dem Trichter CD und der inneren Wand des unteren Theiles der Röhre ist, und es wird durch die Oeffnung bei D keine in den oberen Theil der Röhre eindringen können. Kehrt man dann das Instrument um, so dass A nach unten kommt, so steigt die bei C gehäufte Luft wieder zurück und tritt in den kurzen Schenkel über. Auf diese Weise erhält sich in dem Instrumente fortdauernd eine möglichst vollkommene torricellische Leere bei jeder Beobachtung, wie man es auch beim Transport bewegen möge. Dass nämlich beim Umdrehen des Instrumentes aus dem kurzen Schenkel kein Quecksilber verschüttet werde, wird dadurch vermieden, dass auch dieser Schenkel oben zugeschmolzen ist und nur bei F eine nach innen hingehende trichterförmige Oeffnung hat. Die leichte Handhabung des Instrumentes wird noch dadurch vermehrt, dass die Röhre in einen Messingcylinder GH eingeschlossen ist, auf dessen Oberfläche sich die Theilung befindet, welche von der Mitte K aus nach beiden Seiten fortgeführt wird. Die beiden Nonien L und M verschieben sich an der vor der durchbrochenen Stelle des Cylinders, durch welche man das Quecksilber in der Röhre sieht, befindlichen Scale, und bestimmen bis auf Zwanzigstel der Linie den Unterschied des Niveaus. In der Mitte ist in die Cylinderhülle ein Thermometer eingelassen, durch welches die Temperatur der Scale und des Instrumentes angegeben wird. Die Aufhängung an dem Ringe N giebt dem Instrumente von selbst die zur Beobachtung erforderliche vertikale Lage.



Handhabung des Instrumentes wird noch dadurch vermehrt, dass die Röhre in einen Messingcylinder GH eingeschlossen ist, auf dessen Oberfläche sich die Theilung befindet, welche von der Mitte K aus nach beiden Seiten fortgeführt wird. Die beiden Nonien L und M verschieben sich an der vor der durchbrochenen Stelle des Cylinders, durch welche man das Quecksilber in der Röhre sieht, befindlichen Scale, und bestimmen bis auf Zwanzigstel der Linie den Unterschied des Niveaus. In der Mitte ist in die Cylinderhülle ein Thermometer eingelassen, durch welches die Temperatur der Scale und des Instrumentes angegeben wird. Die Aufhängung an dem Ringe N giebt dem Instrumente von selbst die zur Beobachtung erforderliche vertikale Lage.

Die wesentlichen Eigenschaften eines guten Barometers sind in der Beschreibung der hier aufgeführten Instrumente enthalten. Es ist hier nur noch einer bei der Verfertigung der Barometer mit engeren Röhren nothwendigen Manipulation, nämlich des Auskochens derselben, nachdem sie mit Quecksilber gefüllt sind, kurz zu erwähnen. Diess geschieht am besten über einem Kohlenbecken, indem man das zugeschmolzene Ende der gefüllten Röhre nach unten hält, aber den oberen Theil der so gehaltenen Röhre zuerst erhitzt, und wenn das Sieden des Quecksilbers hier eintritt, allmählig die Röhre hebt, damit die wallende Bewegung des Quecksilbers, bei der alle Lufttheilchen zwischen der Röhre und dem Quecksilber verdrängt werden, sich mit der Zeit durch die ganze Ausdehnung der Röhre fortsetze. Dabei ist zweifache Vorsicht nöthig, dass man eines Theils das Sieden gehörig temperire, damit die Röhre durch die Heftigkeit der sich entwickelnden Quecksilberdämpfe nicht gesprengt oder auch nur das flüssige Quecksilber herausgestossen werde, und dass man anderen Theils vermeide, die aus der Röhre entweichenden Dämpfe einzuathmen. Das Auskochen modificirt zugleich die innere Oberfläche der Glasröhre und ändert die Capillarität derselben ab, so dass die Krümmung des Quecksilbers unter dem torricellischen Vacuum bei einem gut ausgekochten Heberbarometer viel unbedeutender ist als in dem anderen Schenkel, wo das Quecksilber mit der Luft in Berührung kommt. Diess hebt natürlich den oben angegebenen Vorzug der Heberbarometer wieder auf, und man erhält allerdings einen Unterschied der Capillarität in beiden Schenkeln. Aus diesem Grunde muss das Auskochen nur über mässiger Gluth geschehen und nur so lange fortgesetzt werden, bis man überzeugt sein kann, alle Luft aus der Röhre verdrängt zu haben. Das hörbare Anschlagen des Quecksilbers an die Röhre bei der Neigung des Barometers ist ein untrügliches Zeichen, dass es gut ausgekocht worden. Ein zu starkes Adhären des Quecksilbers in dem oberen Theile des Instrumentes, wenn es aufgehängt worden, beweist, dass die Capillaritätsverhältnisse zwischen Glas und Quecksilber gestört sind. Diess kann in dem Maasse geschehen, dass das Quecksilber unter dem Vacuum statt der convexen Krümmung eine concave annimmt, wodurch das Instrument unbrauchbar wird. Aus diesem Grunde wird bei dem weitröhri gen Pistor'schen Barometer das Quecksilber nur heiss in die heisse Röhre gefüllt und das Auskochen unterlassen. Dass der Zweck der Luftfernung dadurch erreicht wird, beweist Strehlke's Untersuchung eines von Berlin nach Danzig versandten Instrumentes dieser Art. (Vergl. E. G. Fischer's mechanische Naturlehre. Vierte Aufl. 1837. I. p. 653.)

An keinem Instrumente ist seit seiner ersten Erfindung so viel gekünstelt worden als an dem Barometer. Zu den Einrichtungen, durch welche man die Veränderungen desselben bemerkbar machen wollte, gehören Hooke's Doppelbarometer und desselben Radbarometer, Prony's und Morland's Wagebalkenbarometer, Morland's Barometer mit stumpfwinklig gebogener Röhre, Bernouilli's rechtwinklig gebogenes. Ueber die erstgenannten, die zum Theil in Gebrauch geblieben sind, lese man die besonderen Artikel. Ausserdem vergl. man die Art. Stockbarometer, Schiffbarome-

ter, Wasserbarometer, Kegelbarometer. Für den zweckmässigen Verschluss der Heber- und Gefässbarometer auf Reisen ist durch manche gute Vorschläge ausreichend gesorgt. Bei dem oben beschriebenen Gay-Lussac-Bunten'schen ist ein solcher Verschluss unnöthig. Bei anderen einfacher construirten Instrumenten der Art darf er nicht fehlen. Sehr zweckmässig ist in dieser Hinsicht das Greiner'sche Barometer (s. Fischer's mech. Naturlehre. Vierte Aufl. I. p. 656.); auch verdient die neueste Angabe von Meyerstein Berücksichtigung (Pogg. Ann. XLVI. p. 620.), der zugleich an dem Heberbarometer einen einfachen Apparat zur sichern Messung der Barometerhöhe angebracht hat, indem Messinghülsen mit Nonien sich am oberen und unteren Ende verschieben lassen, wodurch man die Abweichung des Quecksilberstandes in jedem Schenkel von einem Diamantstrich an der Glasröhre selbst genau bestimmt. Der Abstand beider Diamantstriche ist mikroskopisch gemessen.

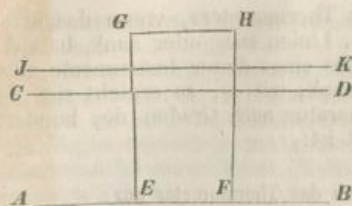
Von den Instrumenten, welche das Barometer ersetzen können, wird in den besonderen Artikeln, Differentialbarometer, Luftwage, Symgiezometer gehandelt. A.

Barometerschwankungen siehe Barometerveränderungen.

Barometerveränderungen. Kurz nachdem Torricelli das Barometer construirte hatte, bemerkten die Beobachter, dass die Höhe des Quecksilbers nicht zu allen Zeiten gleich wäre, und dass diese Ungleichheiten zum Theil mit der Witterung zusammenhängen. Es scheint, als ob Otto v. Guericke einer der ersten Physiker war, welche Erfahrungen dieser Art bekannt machten. Seitdem ist die Thatsache allgemein bestätigt und es ist eine grosse Zahl von Hypothesen aufgestellt worden, um diesen Zusammenhang zwischen Witterung und Luftdruck nachzuweisen. Unglücklicherweise waren die Beobachtungen, welche diesen Hypothesen zum Grunde lagen, nur in Europa, und zwar grösstentheils nördlich von den Alpen gemacht worden; in diesem Gebiete aber zeigen sich noch in Folge der Lage gegen Festland und Meer manche secundäre Phänomene, welche die vorzugsweise wirkenden Ursachen weniger deutlich erkennen lassen.

Schon Mairan und Andere zeigten, dass bei den Variationen des Luftdruckes die Wärme die Hauptrolle spielt; diese Ansicht, lange Zeit nicht beachtet, wurde in neueren Zeiten besonders von L. v. Buch hervorgehoben, indem er das Barometer ein Thermometer nannte, indessen können wir es nicht so wohl ein eigentliches Thermometer, als vielmehr ein Differentialthermometer nennen, indem der Luftdruck an irgend einer Stelle von dem Unterschiede in ihrer Temperatur und der der Umgegend abhängt.

Wir wollen uns der Einfachheit halber vorstellen, dass die Erde als Ebene ausgedehnt sey, und dass die Luft in allen Höhen dieselbe Dichtigkeit habe als am Boden, so dass wir eine scharf begränzte Atmosphäre haben. Es sey *AB* die Oberfläche der Erde, *CD* die der Atmosphäre und die Temperatur der letzteren allenthalben in gleichen Höhen über dem Meere gleich, so ist die Flüssigkeit im Zustande des Gleichgewichtes, und wo wir auch auf *AB* beobachten



mögen, der Luftdruck ist gleich. Durch irgend eine Ursache werde die Luft über *EF* stärker erwärmt als die der Umgebung, so dehnt sie sich aus und die Oberfläche der Atmosphäre rückt nun nach *GH*. Aber ein solcher Zustand verträgt sich nicht mit den Gesetzen des Gleichgewichtes. In den oberen

Schichten wird die Luft von der wärmeren Gegend nach der kälteren fließen, und wenn gleich in der Nähe des Bodens eine Strömung in entgegengesetzter Richtung stattfindet, so ist die Luftmasse, welche hier nach der wärmeren Gegend kommt, nicht so bedeutend als diejenige, welche oben abfließt. Eine Folge dieser doppelten Luftströmung ist, dass das Barometer in der wärmeren Gegend sinkt, in derjenigen dagegen, in welcher die Temperatur unverändert geblieben war, steigt. Bedeutender würden beide Aenderungen gewesen sein, wenn die Temperatur über *EF* gestiegen, über der Umgebung aber gesunken wäre. Das Gegentheil würde erfolgt sein, wenn die über *EF* befindliche Luftmasse nicht wärmer sondern kälter geworden wäre.

Wäre überall eine gleiche Temperaturerhöhung entstanden, so wäre die Luftgrenze überall gleich viel gehoben und etwa in die Lage *JK* gebracht. Der Barometerdruck wäre dann wieder in allen Punkten von *AB* derselbe.

So finden wir hier also etwas Aehnliches als beim Differentialthermometer. Wie gross auch die Temperatur sein möge, welcher dieses Instrument ausgesetzt wird, stets bleibt die Flüssigkeit, durch welche die Luftmassen beider Kugeln getrennt werden, an derselben Stelle, diese aber bewegt sich sogleich von der einen Kugel gegen die andere, so wie eine Temperaturdifferenz beider vorhanden ist. Aber dieselbe Zweideutigkeit als bei diesem Instrumente zeigt sich uns auch beim Barometer. Wir können bei einer Depression des letzteren nur sagen, dass unsere Gegend wärmer sey als die Umgebung, ob aber letztere ungewöhnlich erkaltet oder unsere Gegend ungewöhnlich erwärmt sey, vermögen wir im Augenblicke der Beobachtung nie anzugeben, vielmehr sind Behufs dieser Behauptung directe Messungen erforderlich.

Man erkennt die Wahrheit des Gesagten leicht, wenn man täglich zu bestimmten Stunden das Barometer und Thermometer beobachtet. Untersucht man dann die Aenderung eines jeden dieser Instrumente von einem Tage bis zum folgenden, so findet man, dass in der Regel das Barometer gesunken war, wenn das Thermometer stieg und umgekehrt, ja dass die Aenderung des einen dieser Instrumente desto bedeutender war, je grösser die des andern war. Allerdings zeigen sich häufig Ausnahmen, das Barometer stieg z. B. bedeutend und die Wärme sank entweder gar nicht oder stieg auch wohl ein wenig. Kann man indessen in Fällen dieser Art Beobachtungen aus entfernten Gegenden vergleichen, so finden wir in letzteren eine ungewöhnliche Erhöhung der Temperatur. Eine grössere Zahl von Messungen zeigt die Wahrheit des Gesetzes, Wenn wir nämlich das Mittel

der gleichzeitigen Aenderungen des Thermometers, wenn das Barometer in 24 Stunden um 1, 2, 3 ... Linien stieg oder sank, bezeichnen, ferner die Grössen, um welche eines dieser Instrumente stieg mit +, diejenigen, um welche es sank, mit —, so ergibt sich folgende Tafel, in welcher die Temperatur nach Graden des hunderttheiligen Thermometers ausgedrückt ist:

Aendert sich das Barometer um	so ändert sich das Thermometer um			
	in Bagdad.	in Ofen.	in Cambridge (Massachusetts)	in Eyafjord (Island).
+ 10'''	—	—	—	— 8,85°
+ 8'''	—	—	—	— 5,99
+ 7'''	—	—	— 6,53	— 2,35
+ 6'''	—	—	—	— 3,48
+ 5'''	—	— 3,42	— 5,59	— 2,88
+ 4'''	—	— 2,55	— 3,19	— 2,35
+ 3'''	— 3,92	— 1,76	— 1,86	— 1,56
+ 2'''	— 1,39	— 1,15	— 1,65	— 1,00
+ 1'''	— 0,42	— 0,87	— 0,72	— 0,74
— 1'''	+ 0,69	+ 0,51	+ 0,42	+ 0,20
— 2'''	+ 0,84	+ 0,68	+ 1,94	+ 1,11
— 3'''	+ 1,94	+ 2,00	+ 2,39	+ 1,64
— 4'''	—	+ 2,19	+ 2,11	+ 2,56
— 5'''	—	+ 1,95	+ 2,78	+ 3,58
— 6'''	—	—	—	+ 4,31
— 7'''	—	—	+ 3,70	+ 5,64
— 8'''	—	—	—	+ 7,00
— 10'''	—	—	—	+ 10,50

Es zeigt sich hier also im Mittel einer grossen Zahl von Beobachtungen die Richtigkeit des Gesagten und eben dieses folgt aus den Beobachtungen, welche Boussingault zu Santa Fé de Bogota in einer Gegend anstellte, wo die Variationen des Barometers überhaupt sehr klein sind. Eben dieses wird durch die Uebereinstimmung des Gesetzes, wodurch dieser Zusammenhang angegeben wird, bestätigt. Nehmen wir an, es seyen b und t Luftdruck und Temperatur des gestrigen Tages und gehen heute in b_1 und $t \pm t_1$ über, ist ferner a ein constanter Coëfficient, so wird

$$b_1 = b \frac{1 + a \cdot t}{1 + a(t \pm t_1)}$$

wofür wir ohne grossen Fehler

$$b_1 = b \frac{1}{1 \pm at_1}$$

setzen können. Leiten wir den Werth von a aus den obigen Messungen her, so wird

$$b_1 = b \frac{1}{1 \pm 0,00501 \cdot t}$$

wobei die Abweichungen an den einzelnen Orten nur unbedeutend sind.

Wenn wir eine grössere Zahl von Beobachtungen des Barometers an demselben Orte anstellen und dieselben dann nach den Stunden ordnen, so zeigt das Mittel derselben, dass der Luftdruck im Laufe des Tages regelmässigen Aenderungen unterworfen ist. Diese Variation, welche schon ältere Physiker erkannten, wurde besonders in neueren Zeiten von A. v. Humboldt nachgewiesen und seit der Zeit hat sich eine grosse Anzahl von Beobachtern bemüht, dieselbe an ihrem Wohnorte aufzufinden, ja es ist leider geschehen, dass sie einseitig die Beobachtungsstunden so gewählt haben, dass sie daraus eine Annäherung an dieses Element fanden, dass aber kaum irgend eine andere Thatsache daraus abgeleitet werden konnte. Im Allgemeinen steht das Barometer am Morgen um etwa 4 Uhr am niedrigsten, steigt von nun bis 10 Uhr Morgens und erreicht jetzt ein Maximum, worauf es bis zu einem zweiten Minimum um etwa 4 Uhr Abends sinkt, von diesem bis zum zweiten Maximum am Abende steigt und nun bis zum folgenden Morgen sinkt. Am Aequator tritt diese tägliche Periode so auffallend hervor, dass Beobachtungen eines einzigen Tages genügen, nicht bloss ihre Existenz zu erkennen, sondern auch um annähernd ihren Werth zu bestimmen. Je weiter wir nach Norden gehen, desto bedeutender werden die unregelmässigen Veränderungen, durch welche diese tägliche Periode verdeckt wird, und desto länger muss beobachtet werden, um ihre Gesetze zu erkennen. Wenn man jedoch in Deutschland die Beobachtungen während eines ganzen Monates anstellt, so zeigt ihr Mittel diese Oscillation sehr deutlich und selbst 10tägige Mittel lassen ihre Existenz erkennen. Um jedoch ihre Grösse mit Schärfe zu bestimmen, müssen die Messungen wenigstens ein ganzes Jahr umfassen. Um aber den Einfluss der Jahreszeiten auf dieses Phänomen mit Genauigkeit anzugeben, sind in Halle 12jährige Messungen noch nicht genügend.

Zwischen den Wendekreisen scheinen die Wendestunden, d. h. diejenigen Momente, in denen der höchste oder tiefste Stand während des Tages eintritt, sich im Laufe des Jahres nur wenig zu ändern, jedoch genügen die bisherigen Messungen nicht, um darüber etwas Genaueres zu sagen. In höheren Breiten tritt dieser Einfluss der Jahreszeiten deutlicher vor; das Maximum am Morgen und Abende, so wie das Minimum am Nachmittage liegen im Winter der Culmination der Sonne näher als im Sommer, das Maximum am Morgen liegt im Sommer näher an Mitternacht als im Winter. In Halle sind diese Momente

im Januar 2,81 und 9,17 Abends, 4,91 und 9,91 Morgens
im Juli 5,21 und 11,04 Abends, 3,04 und 8,48 Morgens

und von dem einen dieser Monate bis zum folgenden findet eine regelmässige Aenderung statt.

Nehmen wir das Mittel der beiden Maxima und subtrahiren davon das Mittel der beiden Minima, so ändert sich die mittlere tägliche Oscillation mit der Polhöhe, sie beträgt in Cumana und la Guayra 1,062", in Petersburg und Åbo ist sie bis zu 0,050" herabgesunken, beträgt

also kaum $\frac{1}{3}$ davon. Auch dieses Element hängt in unseren Gegenden von den Jahreszeiten ab, indem es im Winter weit kleiner ist als im Sommer, so beträgt dieselbe in Halle im Januar 0,174", im Juli 0,252" und ähnliche Verhältnisse zeigen andere Orte Europas, an denen diese Grösse durch eine hinreichende Zahl von Messungen während des Tages gefunden ist.

Ausser der Breite hat die Meereshöhe des Beobachtungsortes grossen Einfluss auf die täglichen Schwankungen. Zwischen den Wendekreisen tritt letzterer weit weniger deutlich hervor, hauptsächlich wohl desshalb, weil hier die Messungen noch an keinem einzigen Orte hinreichend lange gemacht sind, um ihn mit Deutlichkeit zu zeigen; aber die wenigen vorhandenen Thatsachen zeigen hier für den Einfluss der Meereshöhe ähnliche Gesetze als in den Alpen. Hier zeigten die wenigen Messungen auf dem St. Bernhard, dass das Barometer vom Morgen bis zum Nachmittage häufig stieg, während es in Genf häufig sank; später wurde die Thatsache durch zwei Reihen Beobachtungen erwiesen, welche Eschmann auf dem Rigi machte, während Horner in Zürich das Instrument aufzeichnete. Noch deutlicher geht dieses aus den Messungen hervor, welche ich in den Jahren 1832 und 1833 auf dem Rigi und Faulhorn machte, während Horner in Zürich, und zum Theil Gauthier in Genf, Merian in Basel und Trechsel in Bern beobachteten. Da die Aufzeichnungen in Zürich bei allen diesen Messungen gleichzeitig waren, so will ich hier nur die Resultate von diesem Punkte anführen.

Während in Zürich das Barometer vom Morgen bis zum Abende etwa 5 Uhr sinkt, finden wir zwar eine ähnliche Abnahme des Luftdruckes auf dem etwa 4000 Fuss höher liegenden Rigi, aber die Variationen sind kleiner und daher nimmt der Unterschied zwischen den Barometerständen an beiden Orten ab, bis diese Grösse zwischen 4 und 5 Uhr Abends am kleinsten wird. Nun steigt das Barometer zwar gleichzeitig an beiden Orten, aber weit mehr ist dieses in Zürich der Fall. Nach dem Maximum am Abende nimmt der Luftdruck an beiden Orten fast gleichförmig ab, aber das Minimum am Morgen tritt auf dem Rigi fast zwei Stunden später ein als in Zürich. Aehnliches zeigt das Faulhorn; ist überhaupt ein Ort höher als ein anderer, so tritt bei ihm das Minimum am Nachmittage nicht so stark, das am Morgen dagegen stärker hervor als in der Tiefe; die mittlere tägliche Oscillation ist oben kleiner als unten. So betrug sie auf dem Rigi 0,405", in Zürich 0,286", auf dem Faulhorn 0,119", in Zürich und Genf 0,398". Die Ursache davon liegt in der Wärmeänderung während des Tages. Gesetzt nämlich, das Barometer behalte in der Tiefe während des ganzen Tages denselben Stand und es nehme nun die Wärme bis zum Nachmittage zu, so dehnt sich die Luft aus, ein Theil derselben, welcher vorher unter dem Barometer an der oberen Station lag, wird jetzt über dasselbe steigen und der Barometerstand zunehmen, während letzterer bei der Kälte in der Nacht sinkt. Wir würden daher unter dieser Voraussetzung in der Höhe täglich ein Maximum und ein Minimum des Luftdruckes haben; da aber das Barometer sich in der Tiefe auf die angegebene Weise ändert, so verbinden sich beide Thatsachen und es folgt, dass das Minimum am Abende oben weniger deutlich, das am Morgen dagegen deutlicher

hervortritt als unten. Könnten wir sehr hoch steigen, oder wären die Oscillationen in der Tiefe sehr klein, so würde das Minimum am Abende ganz fehlen.

Aus dem Gesagten folgt, dass die Messungen dieser täglichen Periode einer Reduction auf's Niveau des Meeres (Barometerstand 337,5^{'''}) bedürfen, wenn sie in verschiedenen Breiten mit einander verglichen werden sollen. Ist der Barometerstand am Orte b , Δ_b die zugehörige mittlere Oscillation, Δ eben diese Grösse am Niveau des Meeres, so geben die vorhandenen Messungen

$$\Delta = \Delta_b + 0,00341''' (337,5 - b)$$

Bestimmen wir auf diese Weise die Oscillation am Meeresspiegel, und Δ_φ ihre Grösse in der Breite φ , so lässt sich die Relation zwischen Δ_φ und φ durch den Ausdruck

$$\Delta_\varphi = -0,2762''' + 1,2877''' \cos^2 \varphi$$

bestimmen. Darnach beträgt am Aequator die mittlere Oscillation ein wenig mehr als eine Linie; in der Breite von etwa 50° ist dieselbe $\frac{1}{4}$ Linie und in der Breite von 62° verschwindet sie ganz. Für höhere Breiten wird nach diesem Ausdrucke die Oscillation die entgegengesetzte, d. h. der mittlere Barometerstand in denjenigen Stunden, wo in niederen Breiten das Maximum eintritt, wird kleiner als das Mittel der Stunden, wo das Minimum stattfindet. Ob dieses der Fall sey oder nicht, lässt sich bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit sagen, da es ganz an Messungen aus hohen Breiten fehlt; aber die nördlichsten Punkte Åbo und Petersburg, wo dieses Element bestimmt ist, zeigen eine grosse Uebereinstimmung mit den berechneten Grössen.

Die unregelmässigen Aenderungen des Barometers werden im Allgemeinen desto bedeutender, je weiter wir uns vom Aequator entfernen. Um die Grösse derselben zu erkennen, würde es am zweckmässigsten sein, wenn man zu bestimmten Stunden täglich beobachtete und die Aenderung des Luftdruckes von einer Beobachtung bis zu derjenigen aufsuchte, welche am folgenden Tage zu derselben Stunde gemacht ist. Bis jetzt jedoch sind die Messungen von nur wenigen Punkten auf diese Weise berechnet worden. Weniger zweckmässig ist es, in jedem Monate den Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Barometerstande aufzusuchen und aus den so erhaltenen zwölf monatlichen Werthen das Mittel herzuleiten; hiebei hat die Zahl der Beobachtungen, welche täglich gemacht werden, einigen Einfluss, beim jetzigen Zustande des vorhandenen Materiales ist es aber das einzige Verfahren, um genüendere Resultate zu erhalten. Hier zeigt sich, dass die Schwankungen im Winter weit grösser sind als im Sommer und dass sie zwar im Allgemeinen desto grösser werden, je mehr wir uns den Polen nähern, dass aber auch die geographische Länge einen Einfluss darauf hat. Obgleich Hindostan mit den westindischen Inseln in einerlei Breite liegt, so sind doch dort die Schwankungen bedeutend grösser. So beträgt der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Stande des Barometers in Calcutta (22° 34' N.) 4,01^{'''}, dagegen in der Havanna (23° 9' N.) nur 1,70^{'''}. In höheren Breiten sind die unregelmässigen Bewegungen an der Ostküste Amerika's weit grösser als an der

Westküste Europa's und zwar scheint die Differenz dieser Verhältnisse etwa in der Gegend am grössten zu sein, wo sich der Golfstrom nach Osten wendet und wo die Isothermen sehr gedrängt an einander liegen. So sind die Schwankungen im Staate Massachusetts (42° N.) etwa eben so gross als in einer etwa 10° nördlicher liegenden Gegend des westlichen Europa; aber beim Uebergange nach dem Innern des alten Continentes nehmen die Schwankungen ab und scheinen dann wieder gegen die Ostküste Asiens zu wachsen. So sind sie in Göttingen (51° 32' N., 9° 55' O. von Greenwich), Tomsk (59° 39' N., 83° 10' O.) und Jakutzk (62° 2' N., 129° 42' O.) nahe gleich, indem der Unterschied zwischen den monatlichen Extremen etwa 11½ Linien beträgt. An der Westküste Amerika's scheint diese Grösse bei einerlei Breite ungefähr eben so gross als im westlichen Europa zu sein. Ich habe auf einer Karte diejenigen Punkte verbunden, an denen diese Schwankungen gleich waren und die so erhaltenen Linien isobarometrische genannt, sie bestätigen die Richtigkeit des Gesagten, jedoch fehlt es noch sehr an Thatsachen, um ihren Lauf mit Schärfe zu bestimmen.

Es ergibt sich diese Thatsache zum Theil aus dem Einflusse, welchen die Richtung des Windes auf den Barometerstand hat. Schon Lambert machte 1771 auf denselben aufmerksam, aber seine Bemerkungen wurden weniger beachtet; erst als L. v. Buch im Jahre 1818 diese Verhältnisse für Berlin bestimmt hatte, erkannte man die Wichtigkeit dieser Thatsache. Um den mittleren Luftdruck bei verschiedenen Winden (die barometrische Windrose) zu bestimmen, darf man nur an einem Orte die sämtlichen Barometerstände nehmen, welche bei demselben Winde waren und aus ihnen das Mittel ableiten. Die folgende Tafel enthält dieses Element für mehrere Punkte Europa's in Pariser Linien:

Wind.	London.	Middelburg	Copenhagen	Paris	Carlsruhe	Berlin	Petersburg	Moskau
N	336,55	338,06	338,91	336,50	334,75	336,32	336,78	329,40
NO	7,22	7,67	9,18	6,68	4,95	6,62	7,78	30,28
O	6,43	7,58	8,54	5,68	4,57	6,36	7,79	29,77
SO	5,50	5,57	6,64	4,26	3,51	4,55	7,90	28,81
S	4,41	3,93	6,70	3,87	2,74	3,06	6,86	28,32
SW	4,80	4,45	6,51	4,03	3,52	3,61	6,85	28,19
W	5,70	6,05	7,38	4,94	3,97	5,13	6,65	28,51
NW	6,03	6,48	8,45	5,92	4,54	5,85	5,83	28,82
Mittel	5,83	6,22	7,91	5,23	4,18	5,14	7,19	29,01

Sehr deutlich zeigen die Messungen an allen diesen Orten den einfachen Luftdruck bei verschiedenen Winden. Allenthalben nämlich steht das Barometer bei einem Winde, welcher zwischen N. und O. liegt und sehr nahe mit NO. zusammenfällt, am höchsten; dagegen bei einem Winde, welcher zwischen S. und W. liegt, am nie-

drigsten, und ziemlich regelmässig ändert sich diese Grösse mit der Windrichtung zwischen beiden Extremen. Es steht demnach das Barometer bei den kalten nördlichen Winden höher als bei den südlichen, ganz so wie es der Zusammenhang zwischen Temperatur und Luftdruck erfordert.

Wenn wir diese Thatsache beachten, so folgt daraus nicht bloss die Abhängigkeit der Schwankungen von der geographischen Lage der Orte, sondern auch der Einfluss der Jahreszeiten an demselben Punkte. Die unregelmässigen Variationen des Thermometers, aus denen die des Barometers folgen, haben ihren Grund vorzüglich darin, dass durch Winde Luftschichten entfernter Gegenden mit einander gemischt werden, dass nach nördlichen Gegenden wärmere, nach südlichen dagegen kältere Luft kommt. Je weiter wir uns vom Aequator entfernen, desto mehr ändert sich die Temperatur der Jahre und Jahreszeiten für gleiche Aenderungen der Breite und Länge. Die Temperatur des Aequators beträgt $27,5^{\circ}$, die von Teneriffa $21,7^{\circ}$, also für eine Aenderung der Breite von $28\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt die Wärme nur 5,8. Gehen wir 28° nördlich von Teneriffa nach Edinburg, so beträgt die Temperatur dieses Punktes nur $8,6^{\circ}$, sie hat also um $13,1^{\circ}$ abgenommen und doch liegt Edinburg in demjenigen Meridiane, welcher sich durch seine ungewöhnlich hohe Temperatur auszeichnet; noch bedeutender würde der Unterschied gewesen sein, hätten wir einen Ort aus dem Innern Europa's genommen. Nehmen wir also der Einfachheit halber an, dass Orte in verschiedenen Breiten zu verschiedenen Zeiten Luftmassen aus Gegenden erhalten, welche einen gleichen Abstand nach Süden oder Norden haben, so ist die Differenz in der Temperatur der ankommenden Luftmassen desto bedeutender, je weiter die Orte vom Aequator entfernt sind, desto unruhiger muss dann nothwendig das Barometer stehen. In hohen Breiten fanden wir daher einen häufigen und schnellen Wechsel, nicht bloss in der Windrichtung, sondern auch im Stande des Barometers. Zwischen den Wendekreisen dagegen bringen die Passate fast beständig Luft von nahe gleicher Temperatur nach einem Orte, das Thermometer steht daher ruhig, was auch vom Barometer gelten muss. Nur da, wo durch den Wechsel der Moussons und häufige Aenderungen der Windrichtung Schwankungen der Temperatur öfter vorkommen, finden wir stärkere Aenderungen im Luftdrucke, wie dieses im indischen Meere der Fall ist. Ganz auf dieselbe Weise folgt aus der langsameren Aenderung der Wärme, dass die Schwankungen im Sommer kleiner sind als im Winter. Die schnelle Aenderung der Wärme mit der Länge in einerlei Breite ist Ursache, dass die Oscillationen in England und noch mehr in Amerika grösser sind als im Innern des alten Festlandes.

Ueber den Einfluss der Drehung der Winde auf den Barometerstand s. diesen Art.

Bekannt ist, dass die Witterung zum Theil mit dem Barometerstande zusammenhängt und diese Verbindung hat dem Barometer den Namen Wetterglas verschafft. Dieser Zusammenhang ist jedoch nur eine Folge aus der eigenthümlichen Lage Europa's. Da nämlich die südwestlichen Winde, als die wärmsten, das Barometer herabdrücken und zugleich den meisten Regen bringen, so folgt, dass Re-

gen und niedriger Barometerstand häufig zusammen vorkommen, während bei den trockenen und kalten nordöstlichen Winden hoher Barometerstand und heiteres Wetter zusammentreffen. Diese Thatsache, eine Folge aus demjenigen, was oben über Barometerveränderungen überhaupt gesagt wurde, hat jedoch zu mancherlei Hypothesen Veranlassung gegeben, namentlich sollten die Dämpfe, deren Dichtigkeit geringer ist als die der Luft, Ursache davon sein, wie dieses besonders de Luc durchzuführen suchte; es lässt sich jedoch leicht zeigen, dass diese bei weitem nicht dazu ausreichen, um diese Erscheinung zu erklären, denn selbst im Sommer, wo die Schwankungen meist kleiner sind als im Winter, genügt die Menge der Dämpfe nicht, um die Variationen des Luftdruckes zu erklären, selbst wenn wir bald ganz trockene, bald ganz feuchte Luft annehmen, und noch mehr ist dieses im Winter der Fall, wo die Dampfmenge selbst weit kleiner ist als im Sommer. Noch weniger lässt sich daraus der Einfluss der geographischen Lage auf die Schwankungen erklären, da in den kälteren Gegenden die Dampfmenge weit kleiner ist als am Aequator, während das Verhalten des Luftdruckes gerade das Gegentheil zeigt.

Die Verhältnisse bei länger dauernden Regen weichen etwas von denen ab, welche sich zur Zeit einzelner Regenschauer zeigen. Finden letztere statt und nähert sich die Wolke dem Scheitelpunkte, so kann man in der Regel auf ein mehrere Zehntel Linien betragendes Steigen des Barometers rechnen. Besonders ist dieses bei der Annäherung von Gewittern der Fall, nicht selten aber sinkt das Barometer wieder zu seinem früheren Stande herab, wenn die Wolke sich entfernt, ja man kann besonders bei Gewittern darauf rechnen, dass ihre grösste Stärke vorbei sey, wenn das Barometer zu steigen anfängt. In diesem Falle wird die Luft durch den herabfallenden Regen erkaltet und von allen Seiten strömen neue Luftmassen herbei. Zuweilen indessen geschieht es, dass von nun an das Barometer mehrere Tage regelmässig steigt. In diesem Falle aber wurden die bis dahin wehenden südlichen Winde durch nördliche verdrängt, da, wo beide zusammentrafen, wurde durch die Mischung von ungleich warmen Luftschichten die Condensation der Dämpfe befördert und als Wirkung der nördlichen Winde zeigte sich das Steigen des Barometers. Dieses ist besonders bei den Gewittern im Winter der Fall.

Wenn das Wetter dagegen anhaltend regnerisch ist, so steht das Barometer durchschnittlich etwa 2 Linien unter seinem mittleren Stande und diese Differenz entspricht im Allgemeinen den südlichen und westlichen Winden, welche uns die feuchte Luft herbeiführen. Jedoch zeigt sich hier eben so der Einfluss der Windrichtung als wir ihn oben beim Barometer überhaupt beobachteten. So fanden wir nach den Untersuchungen von L. v. Buch in Berlin bei Regenwetter die folgenden Barometerstände:

N	334,42''	S	332,10''
NO	5,10	SW	2,56
O	5,17	N	4,18
SO	3,03	NW	5,04

Eine Vergleichung mit den oben gegebenen Grössen zeigt die geringere Höhe des Barometers bei Regen. Buch setzt hinzu, dass man keine anhaltenden Regen erwarten dürfe, so lange das Barometer nicht einen Stand hat, welcher tiefer ist, als der diesem Winde entsprechende mittlere. Diese Verhältnisse stehen in einiger Verbindung mit der Entstehung des Regens. War längere Zeit heiteres Wetter und erheben sich die südwestlichen Winde, so zeigt sich zwar sogleich die von ihnen bewirkte Abnahme des Luftdruckes, aber es bilden sich Anfangs in den oberen Schichten feine Cirri; erst wenn der Wind länger anhält, wenn also das Barometer immer tiefer sinkt, wird die von ihm herbeigeführte Dampfmenge so gross, dass Wasser zur Erde fällt. Daher ist bei diesen Winden zur Zeit von Regen der Barometerstand niedriger als im Allgemeinen. Erheben sich nördliche Winde, so beginnt das Barometer zu steigen; da sie aber in der Regel auf eine Luft treffen, welche von den vorhergehenden westlichen Winden noch feucht war, so bewirken sie durch ihre Kälte die Entstehung von Regen, so wie sie jedoch längere Zeit wehen, wird die Luft trockener und es folgt schönes Wetter. Mehreres s. Regen, Winde und ihre Drehung.

Wenn die Wärme auf einem grossen Theile der Erde ungewöhnlich niedrig, auf einem andern ungewöhnlich hoch ist, dann kann das Gleichgewicht der Atmosphäre nicht länger bestehen, es wird ein Theil derselben aus der wärmeren Gegend abfliessen, der Luftdruck also in verschiedenen Gegenden sehr ungleich sein. Aber selten erfolgen die Strömungen mit Ruhe, mehr oder minder schnell bewegt sich dabei die Luft und es entstehen heftige Stürme. Dabei ist dann das Barometer sehr unruhig, es sinkt schnell, um bald darauf eben so schnell zu steigen, und diese Aenderungen wiederholen sich oft in sehr kurzer Zeit mehrmals. Gewöhnlich sieht man den Sturm als die Ursache der Aenderungen des Barometers an, aber diese Ungleichheiten des Druckes gehen ihm stets voraus und so müssen wir ihn als Folge der letzteren ansehen. Es ist diese Unruhe des Quecksilbers für die Stürme weit charakteristischer als der oft niedrige Stand des Barometers; da die meisten Stürme bei uns aus SW. kommen, so ist einleuchtend, dass der diesen Winden entsprechende Luftdruck dann in einem ausgezeichnet hohen Grade stattfinden werde. Selbst zwischen den Wendekreisen, wo das Barometer sonst sehr ruhig steht, finden wir bei den Orkanen heftige Bewegungen desselben. Mehreres s. Winde.

Bisher haben wir den Luftdruck im Allgemeinen betrachtet, aber die Atmosphäre ist aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt, welche bei ihrer Ausbreitung nicht denselben Gesetzen folgen können, nämlich trockener Luft, um deren Zusammensetzung wir uns hier nicht weiter bekümmern, und Wasserdämpfen. Nur die erstere kann sich so bewegen, wie es die Gesetze des Gleichgewichtes erfordern, letztere thun es nur in so fern, als es die Temperatur gestattet; wird letztere erniedrigt, so fällt ein Theil von ihnen als Regen oder Schnee herab. Es müsste demnach bei allen Untersuchungen über das Barometer der Druck des Dampfes als ein den Gesetzen des Gleichgewichtes fremdartiges Element eliminirt werden, um so mehr, da nach den Untersuchungen von Berthollet und Dalton jeder dieser beiden

Bestandtheile den anderen durchdringt und die Dämpfe nur einen Widerstand in der Luft finden, welcher verursacht, dass sie sich langsamer ausbreiten, als die Gesetze des Gleichgewichtes erfordern. Aber hier tritt der grosse Uebelstand ein, dass wir nicht wissen, wie gross der Druck der trockenen Luft und der des Dampfes ist. Das Barometer ist das einzige Instrument, welches uns die Verhältnisse von der Oberfläche der Erde bis zur Grenze der Atmosphäre angiebt; weder Thermometer noch Hygrometer thun dieses und wenn wir daher aus den Angaben beider die Dampfmenge ableiten, so wird diese gewiss nur selten so beschaffen sein, dass wir aus der am Boden erhaltenen Grösse mit Anwendung des Mariotte'schen Gesetzes die Verhältnisse der höheren Schichten und damit den Druck der ganzen Dampfatmosphäre berechnen könnten. Am Morgen, wo unter Einwirkung der Sonne die Verdunstung des Bodens beginnt, bleiben die Dämpfe längere Zeit in den unteren Schichten und wir finden daher nach den Beobachtungen des Hygrometers für den Druck der Dampfatmosphäre Grössen, welche bedeutender sind, als man es nach dem Verhalten der oberen Luftschichten erwarten sollte. Ganz das Gegentheil findet am Nachmittage statt, wo durch den aufsteigenden Luftstrom die Dämpfe mit grosser Schnelligkeit in die Höhe geführt werden. Beobachtet man daher gleichzeitig das Hygrometer in der Höhe und Tiefe und benutzt beide Grössen zur Herleitung des Druckes der Dampfatmosphäre, so findet man Werthe, die bedeutend von denen abweichen, welche die untere Beobachtung allein ergeben hatte. Hieraus müssen wir es uns auch zum Theil erklären, dass bei veränderlichem Wetter der Druck der Dampfatmosphäre sich oft in kurzer Zeit so schnell ändert, wie dieses gleichzeitige Beobachtungen des Haar- und Schwefelätherhygrometers, so wie des Psychrometers beweisen, während das Barometer fast ruhig stand. Natürlich aber ist es, dass diese Umstände besonders dann von Einfluss sein werden, wenn es sich um die täglichen Variationen handelt, dagegen bei Vergleichung jährlicher und klimatischer Verhältnisse werden sie weit geringer.

Aus dem Verhalten des Dampfes hat Dove die täglichen regelmässigen Oscillationen abgeleitet. Indem er die einjährigen Beobachtungen von Neuber in Apenrade benutzte, so zeigte der Dampf am Morgen ein Minimum, am Nachmittage ein Maximum an, wurde nun der Druck der Dampfatmosphäre von dem Barometerstande subtrahirt, so zeigte die trockene Luft am Morgen einen grössten Druck und dieser nahm regelmässig bis zum Nachmittage ab, worauf er wieder bis zum folgenden Morgen sank. Um jedoch über die Richtigkeit dieser Ansicht zu urtheilen, würden Beobachtungen aus mehreren klimatisch verschiedenen Gegenden erforderlich sein; meine Beobachtungen in Halle zeigen auch für die trockene Luft zwei Maxima und Minima, während ich mit denselben Instrumenten am Rande der Ostsee ähnliche Verhältnisse gefunden habe als Dove für Apenrade angiebt. Noch bedeutender ist die Abweichung, welche meine in den Alpen gefundenen Messungen zeigen. Endlich hat der Dampf zwischen den Wendekreisen auf dem Meere den ganzen Tag hindurch fast denselben Druck, während das Barometer sich regelmässig ändert.

Mit grösserem Rechte ist es erlaubt, den Dampf bei Betrachtung der jährlichen Periode zu eliminiren und wenn dieses geschieht, so zeigt sich in dem Drucke der trockenen Luft eine jährliche Periode, welche zuerst zwischen den Wendekreisen bei Berücksichtigung der ganzen Atmosphäre erkannt wurde. Es zeigte sich nämlich, dass der Barometerstand abnähme, wenn die Sonne sich dem Scheitel näherte, und dieser Unterschied zwischen Sommer und Winter betrug zum Theile 7 Linien. In höherer Breite dagegen scheinen die Beobachtungen keine solche Periode zu zeigen und wenn dieselbe auch aus den Tagebüchern folgte, so war doch der Uebergang vom Winter zum Sommer so unregelmässig, dass man nicht wissen konnte, was auf Rechnung des Zufalles kam. Wird aber die trockene Luft allein genommen, so zeigt sich sehr bestimmt, dass das Barometer im Winter höher steht als im Sommer, wie die folgende Tafel zeigt:

Monat.	Calcutta.	Apenrode.	Halle.	Petersburg.
Januar	332,80	334,65	332,68	336,52
Februar	31,12	5,53	31,98	6,88
März	28,69	3,49	30,71	5,30
April	26,93	3,11	30,20	5,15
Mai	22,15	2,37	30,09	5,17
Juni	21,52	1,78	29,14	3,62
Juli	21,32	0,46	28,81	1,90
August	21,78	0,49	28,86	2,83
September	23,57	1,18	29,59	4,50
October	25,93	0,27	31,54	4,84
November	31,06	1,59	34,39	4,71
December	32,01	2,53	31,85	5,80

Hier tritt die jährliche Periode selbst in höheren Breiten deutlich in die Augen, jedoch ist sie hier geringer als in niederen Breiten; bis jetzt fehlt es aber noch zu sehr an Thatsachen, um ihre Abhängigkeit von der Polhöhe nachzuweisen. Der Grund dieser Bewegung des Barometers muss, wie ich glaube, in einem Verkehre der Luftmassen beider Halbkugeln der ganzen Erde gesucht werden. Um die Zeit der Aequinoctien nämlich, wo die Temperatur auf der ganzen Erde nahe der mittleren jährlichen gleich ist, werden wir allenthalben sehr nahe den mittleren Druck der trockenen Luft finden. Geht jetzt die Sonne nach der nördlichen Halbkugel, so wird diese erwärmt, während die südliche erkaltet; Folge davon ist ein Abfließen der Luft aus der nördlichen Halbkugel nach der südlichen, mithin eine Abnahme des Barometerstandes in derjenigen Hälfte, in welcher sich die Sonne befindet, Zunahme in derjenigen, welche jetzt Winter hat. Je näher die Gegenden an der Grenze liegen, in welcher dieser Austausch erfolgt, desto bedeutender wird sich in ihnen dieser Wechsel offenbaren, daher finden wir am Aequator den grössten Unterschied des Luftdruckes, welcher hier schon ohne Berücksichtigung des Dampfes sich zu erkennen giebt; in höheren Breiten, wo derselbe geringer ist, ändert sich die Dampfmenge vom Sommer zum

Winter sehr bedeutend und hier vermag daher die letztere das Gesetz, welches uns die trockene Luft zeigt, so zu verdecken, dass es kaum zu erkennen ist.

Nicht minder einflussreich ist der Dampf bei Vergleichung des Barometerstandes in verschiedenen Breiten und am Ufer des Meeres. Theoretische Betrachtungen zeigen, dass der Druck der Atmosphäre sich im Falle des Gleichgewichtes vom Aequator gegen die Pole hin ein wenig ändern müsse, leider aber beruhen die Betrachtungen auf einer unsichern Basis. Dieses Gleichgewicht ist ja nie vorhanden, denn unaufhörlich führen die Passate Luft gegen den Aequator und die oberen südwestlichen oder nordwestlichen Ströme führen diese Luft gegen die Pole zurück. Man kann in diesem Falle nicht einmal den mittleren Luftdruck als denjenigen ansehen, welcher dem Zustande des Gleichgewichtes entspräche, da die erwähnten Bewegungen unaufhörlich auf dieselbe Art erfolgen. Sodann aber kann zwar die trockene Luft sich nach den Gesetzen des Gleichgewichtes bewegen, auf den Wasserdampf aber finden diese keine Anwendung, da er als Regen gegen den Boden fällt, sobald er in Gegenden kommt, welche so kalt sind, dass er hier nicht mehr als Dampf existiren kann.

Betrachten wir zunächst den Druck der ganzen Atmosphäre, so geben die vorhandenen Erfahrungen für den Meeresspiegel die folgenden Gesetze:

- 1) Im Allgemeinen können wir annehmen, der mittlere Barometerstand betrage am Meere 337,5''.
- 2) Am Aequator beträgt diese Grösse 336'' oder nur wenig mehr.
- 3) In einer Breite von etwa 10° fängt der Luftdruck an, allmählig zu steigen und erreicht in einer Breite von 30—40° seinen grössten Werth, indem er hier etwa 338—339'' beträgt.
- 4) Er nimmt nun wieder ab und beträgt in der Breite von 50° nur etwa 337, in der Breite von 60° etwa 336 Linien und scheint im hohen Norden nach den wenigen vorhandenen Messungen nur 335 Linien zu betragen.

Die auffallende Zunahme des Luftdruckes gegen die Breite von 30—40° ergibt sich einfach daraus, dass hier der untere und der obere rückkehrende Passat in einem beständigen Kampfe begriffen sind und dass hier also Luftmassen in grösserer Menge angehäuft werden. Ich sehe aber kaum ein, wie die darauf folgende Abnahme gegen die Pole erklärt werden soll. Gesetzt nämlich, es wäre die Atmosphäre im Gleichgewichte, so müsste den kältesten Gegenden auch der niedrigste Barometerstand entsprechen, da diese Temperaturungleichheit weit wirksamer ist als irgend eine andere Ursache. Wenn wir nun nicht mehr die ganze Atmosphäre, sondern nur die trockene Luft berücksichtigen, so scheint dieses auch der Fall zu sein. Beim Mangel umfassender Beobachtungen des Hygrometers ist es bis jetzt noch nicht möglich, den Druck der Atmosphäre mit Schärfe zu bestimmen; wir können jedoch ohne grossen Fehler den Druck des Dampfes am Aequator zu 11 Linien, in einer Breite von 35° zu etwa 6,5 Linien und in einer Breite von 70° zu etwa 2 Linien annehmen. Subtrahirt man diese Grössen von den in eben diesen Breiten beobachteten Barometerständen 336, 338,5 und 335 Li-

nien, so bekommen wir für die trockene Luft 325, 332 und 333 Linien, also im Allgemeinen eine Zunahme vom Aequator nach den Polen, wobei jedoch noch stets die starke Vermehrung des Luftdruckes an der Grenze der Passate hervortritt. K.

Barometrische Höhenmessung s. Hypsometrie.

Baroskop, ältere Benennung des Barometers.

Barsowit, ein derbes, weisses, von G. Rose bestimmtes Mineral von Barsowskoi in Sibirien. Seine Härte zwischen Apatit und Feldspath, spezifisches Gew. 2,74. Ist kiesel-saure Kalk-Thonerde = $(Ca, Mg)_3 Si_2 + 3 Al Si$. (Pogg. Ann. XLVIII. p. 567.) B.

Bart s. Labialpfeife.

Bary-Strontianit, Stromnit, ein auf der Insel Stromness (Orkaden) vorkommendes Gemenge von Schwerspath und Strontianit, mit dem es in Härte und spezifischem Gewicht übereinstimmt; Traill fand darin 68,6 kohlen-sauren Strontian; 28,5 schwefel-sauren Baryt; 2,6 kohlen-sauren Kalk und 0,1 Eisenoxyd. B.

Baryt, ein hinsichtlich seiner Schwere den Erzen ähnlicher Stein, was in dem von βαρύς (schwer) abgeleiteten Namen ausgedrückt werden soll. Er besteht aus schwefel-saurer Baryterde (s. diese), und hat dem in dieser Erde enthaltenen Metall, dem Barium, so wie allen Verbindungen desselben die mit βαρύς zusammenhängenden Namen gegeben. B.

Baryterde $Ba = 956,88 - 89,87 B; 10,13 S$; kommt verbunden mit Schwefelsäure als Baryt häufig in der Natur vor, woher ihr Name; sie wurde 1774 von Scheele entdeckt.

Darstellung. Man löst Schwefelbarium auf und setzt Salpetersäure zu, so entsteht salpetersaure Baryterde, die man krystallisiren lässt, worauf man durch Glühen die Salpetersäure austreibt. Wird kohlen-saure Baryterde heftiger Weissglühhitze ausgesetzt, so entweicht die Kohlensäure, was schon bei minder hoher Temperatur geschieht, wenn man das Salz mit Kohlenpulver mengt. In beiden Fällen bleibt Baryterde rein zurück.

Eigenschaften. Sie ist unschmelzbar, grauweiss, erdig; mit Wasser erhitzt sie sich stark, und giebt damit ein weisses, pulverförmiges Hydrat ($Ba H$) mit 10,53 pCt. Wasser. Das Hydrat schmilzt beim Glühen, ohne sein Wasser zu verlieren, löst sich leicht in heissem Wasser, woraus es mit 10 At. oder 54,2 pCt. Wasser krystallisirt. Dergleichen Krystalle kann man aus dem Schwefelbarium erhalten, wenn man zu der kochenden Auflösung desselben Kupferoxyd setzt, welches seinen Sauerstoff dem Barium giebt und dessen Schwefel aufnimmt. Aus der vom Schwefelkupfer abfiltrirten Auflösung schießt das Hydrat beim Erkalten in grossen Krystallen an. Baryterde und ihr Hydrat ziehen aus der Luft Kohlensäure an und sind giftig.

Baryterde ist eine starke Basis, die mit Schwefelsäure, Arseniksäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und andern unlösliche oder kaum lösliche Salze giebt, welche aber mit Ausnahme des erstern von Salzsäure aufgelöst werden. In den auflöselichen Salzen wird Baryterde durch den in Säuren völlig unlöslichen Niederschlag erkannt, welchen Schwefelsäure darin hervorbringt. Aus dem Gewichte desselben kann man die Baryterde auch quantitativ bestimmen, in 100 Th. sind 65,63 Baryterde enthalten. Auch Kieselflussssäure bewirkt einen in Säuren nicht auflöselbaren Niederschlag. Die auflöselichen Salze sind giftig. B.

Barytharmotom s. Kreuzstein.

Barytin wird zuweilen das Jervin genannt, da es die Eigenschaft besitzt, mit Schwefelsäure ein in Wasser fast unlösliches Salz zu bilden. M.

Baryto-Calcit, ein in (2+1) gliedrigen Säulen von 95° 15' krystallisirendes oder körniges Mineral, weiss, in's Gelbe und Grünliche, von Härte des Flusspaths, spec. Gew. 3,66. Vor dem Löthrohr unschmelzbar. Besteht aus 66 pCt. kohlenaurer Baryterde und 34 kohlenaurer Kalkerde, worauf der Name hindeutet. Findet sich in bedeutender Menge zu Alston Moor in Cumberland. Ebenda und an anderen Orten fand man dieselbe chemische Verbindung in 2gliedrigen, arragonitähnlichen Krystallen, welche bedeutendere Härte und das spec. Gew. 3,76 haben. Der Baryto-Calcit ist also dimorph. (Pogg. Ann. XXXIV. p. 668.) B.

Barytspath, Barytstein s. schwefelsaure Baryterde.

Basalt, eine aus Augit, Labrador, Magneteisenstein und Zeolithen bestehende Felsart, deren Bestandtheile so innig gemengt sind, dass sie durch das Auge nicht unterschieden werden können. Das Gestein hat eine blau- oder grauschwarze Farbe, wirkt auf die Magnetonadel, spec. Gew. 3—3,2. Oft findet man darin Krystalle von Hornblende, Augit, Labrador und wohl immer Olivin. Wird Basalt mandelsteinartig, was jedoch seltener der Fall ist, so enthält er in den Höhlungen vorzugsweise zeolithartige Gesteine, Kalkspath, Arragonit, Achat u. a. Durch Salzsäure wird er in einen löslichen und unlöslichen Theil getrennt, von denen der erstere gelatinirt und die zeolithischen Bestandtheile, Olivin, Magneteisen und Labrador enthält, der unlösliche ist grösstentheils Augit und macht die kleinere Hälfte aus. Analysen des Basalts von verschiedenen Fundorten finden sich in Pogg. Ann. Bd. XXXVIII. p. 151. und Bd. XLVII. p. 182. — Der Basalt ist sehr weit verbreitet und in geologischer Beziehung von hoher Wichtigkeit; er ist in feurig flüssigem Zustand einst aus dem Innern der Erde emporgestiegen, und hat sehr häufig bei seinem Erkalten säulenförmige Absonderungen erfahren, wie die berühmten Säulen der Fingalshöhle auf Staffa, des Riesendamms und a. a. O. Er verwittert nur langsam, giebt aber einen sehr fruchtbaren Boden. Man gebraucht ihn, wie Kieselschiefer, zum Probiren von Gold und Silber, ferner zu Pflastersteinen, und da er in der Hitze zu einem

schwarzen Glase schmilzt, auch zu grünem Glas, sowie als Zuschlag beim Eisenschmelzen, theils wegen seines Eisengehaltés, theils wegen der Schmelzbarkeit zur Schlackenbildung. B.

Basaltin s. gemeiner Augit.

Basaltit, ein feldspathartiges, mit Basalt und Mandelstein bei Waldenburg, Landshut u. a. O. in Schlesien vorkommendes Gestein von brauner, rother, oder schwärzlicher Farbe. B.

Basanit (von *βασανος*, basanites, Probirstein), gleichbedeutend mit dem zum Probiren des Goldes und Silbers gebräuchlichen Kiesel-schiefer und Basalt. B.

Basanomelan, Eisenrose, ein Schweizermineral, besteht nach v. Kobell aus 12,67 Titansäure; 4,84 Eisenoxydul; 82,49 Eisenoxyd. B.

Basen, ohne nähere Bezeichnung, sind diejenigen Metalloxyde, welche mit Säuren sich zu Salzen verbinden, und aus diesen durch den negativen Pol der galvanischen Säule ausgeschieden werden. Sie sind also elektro-positive Körper und können durch Elektrizität weiter in Sauerstoff und Metall zerlegt werden. Es giebt Metalle, welche mehrere salzfähige Oxyde haben, z. B. das Eisen, Kupfer u. s. w. Gleich dem Sauerstoff bilden auch Schwefel, Selen und Tellur mit den Metallen Verbindungen, die sich gegen gewisse andere Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen verhalten wie die Sauerstoffbasen zu den Säuren. Im weiteren Sinne rechnet man daher auch diese Körper zu Basen, und unterscheidet sie durch die Namen Schwefelbasen, Selen- und Tellurbasen, oder Sulfurete, Selenete und Tellurete (s. diese). — Am wichtigsten und bekanntesten sind die Sauerstoffbasen, welche grösstentheils unauflöslich in Wasser sind; die auflöslichen aber zeichnen sich durch einen laugenartigen, ätzenden Geschmack aus, färben das von Säuren geröthete Lackmuspapier wieder blau, und gelbe Pflanzenfarben, z. B. Curcumapapier braun. Sie werden eingetheilt in Alkalien, Erden und Metalloxyde (vergl. Oxyd). Die Verbindungen der Chloride und anderer Haloid-salze gehören zu den Doppelsalzen. (s. Salze). B.

Basen, organische, vegetabilische, auch Pflanzenalkalien oder Alkaloide genannt, kommen fertig gebildet in den Pflanzen, meist in sauren Salzen vor und entsprechen in ihren Eigenschaften den unorganischen Salzbasen. Sertürner entdeckte die erste 1816 im Opium (Morphin); nach ihm fanden Pelletier und Caventou bald mehrere. Die Meinung, sie seyen den narkotischen Pflanzen besonders eigenthümlich, musste nach kurzem Bestand aufgegeben werden, und man darf sie mit Recht jetzt bei jeder Untersuchung pflanzlicher Stoffe suchen. — Sie finden sich leicht im wässerigen Aufguss der Pflanzen, werden durch freie Säure von ihrer eigentlichen Säure geschieden und nachher von ersterer durch Zusatz eines Alkali's befreit, fallen dann meistens ihrer Unlöslichkeit halber nieder

und zwar oft in Begleitung eines Farbstoffes, dessen Entfernung nicht selten mit Mühe verbunden ist. —

Mit Gerbsäure geben die meisten ein unlösliches Salz, besonders mit Eichengerbsäure, und auch dieser Eigenschaft weiss man sich zu bedienen, um den Stoff aus dem Aufguss abzuscheiden. — Einige dieser Körper sind flüchtig, andere nicht, einige reagiren alkalisch und diese schlagen die meisten Metalloxydsalze nieder. Bittern Geschmack können sie trotz ihrer grossen Schwerlöslichkeit dem Wasser ertheilen, und selbst in ihre Salze geht die Bitterkeit über. — Saure, neutrale und Doppelsalze kennt man von ihnen, aber keine basische. Salpetersäure zersetzt dieselben in Oxalsäure und Welter'sches Bitter. — Nach Henry sind die doppelteichengerbsauren Salze von Morphin, Codein, Narcotin, Strychnin, Brucin, Chinin, Cinchonin, Emetin, Delphinin, Veratrin, Atropin, Aconitin und Coniin fast alle von gleicher Beschaffenheit, ausserdem bestehen sämtliche Pflanzenbasen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. So treten von allen Seiten Gründe genug auf, diese Körper entscheiden als eine bestimmte Klasse von Verbindungen hervorzuheben; sie aber als wirkliche Oxyde von zusammengesetzten Radikalen anzusehen, dürfte schon deshalb gewagt sein, weil man noch keines dieser Alkaloide, selbst nicht mit der elektrischen Säule, in ein solches Radikal und Sauerstoff zerlegen konnte, besonders aber weil in ihren neutralen Salzen zwischen dem Sauerstoffgehalt der Säure und Basis nirgends ein solches Verhältniss obwaltet, als bei den Salzen unorganischer Basen. Einen wichtigen Fingerzeig giebt Liebig's merkwürdige Beobachtung, dass sich ihr Sättigungsvermögen nach ihrem Stickstoffgehalt richtet, und zwar so, dass die Menge, welche ein Atom Säure sättiget, ein Doppelatom Stickstoff enthält; da nun die zur Sättigung nöthige Menge Ammoniak auch ein Doppelatom Stickstoff enthält, und sich in jeder Pflanzenbasis seinen Bestandtheilen nach das Ammoniak vorfindet, so liegt der Schluss nicht fern, dass die Pflanzenbasen in einem ähnlichen Verhältniss zum Ammoniak stehen, wie Aether- oder Benzoëschwefelsäure zur Schwefelsäure, und dass daher, wie die letztern sauer bleiben, nachdem noch ein neuer Körper hinzugetreten ist, auch jene die Alkalität des Ammoniaks behalten, ungeachtet es schon mit einem andern Stoff verbunden war.

Neuerlich sind auch künstliche Pflanzenbasen dargestellt, wie das Anilin von Fritzsche und eine andere Basis, welche sich neben Schwefelquecksilber bildet, wenn man Senfölammoniak mit Quecksilberoxyd behandelt. Vergl. Senföl.

Zur Bezeichnung der vegetabilischen Salsbasen hat man das +Zeichen über den Anfangsbuchstaben genommen, wie bei den Säuren das —Zeichen am entsprechenden Orte. M.

Basilicumöl, flüchtiges Oel aus *Ocimum basilicum*, welches ein schönes Stearopten absetzt. M.

Basilicumstearopten krystallisirt aus dem Basilicumöl nach Bonastre in vierseitigen Pyramiden und ist nach Dumas mit

dem von ihm analysirten Terpenthinölhydrat von gleicher Zusammensetzung. M.

Bassorin s. Gummi.

Bastkohle, eine feinfasrige, bastartige Braunkohle, aus dem Baste untergegangener Bäume entstanden. B.

Bataten, Wurzelknollen von *Convolvulus Batatas*, die sich durch reichen Gehalt an Stärkemehl auszeichnen und zu Zucker benutzt werden. M.

Bathometer βάθος Tiefe, μέτρον Maass), ein Tiefemesser, eine Vorrichtung, um die Tiefe des Meeres von einem Schiffe aus zu beobachten. Ausser der gewöhnlichen Sonde, die aus einer Hanfschnur und einem daran befestigten Bleigewichte besteht, das man noch durch theilweise Aushöhlung und durch Bestreichen mit klebrigen Substanzen geeignet macht, Gegenstände aus dem Meeresgrunde mit emporzubringen, hat man mehrere andere Einrichtungen zur Ausmessung der Tiefe in Vorschlag gebracht. Keine hat sich indessen so bewährt, dass sie als ein allgemein anwendbares Instrument in Gebrauch gekommen wäre. (Gilb. Ann. XIX. 344. XXXIII. 417.) A.

Batrachit (von βατραχίτης ein froschgrüner Stein), nennt Breithaupt ein lichtgrünlich-graues, fettglänzendes, am Rizoniberg in Südtirol gefundenes Mineral, wegen seines froschlauchähnlichen Ansehens. Derb und krystallisirt, in deutlichen rhombischen Säulen von 115°. Apatithärte; spec. Gew. 3,0; schmilzt vor dem Löthrohr und besteht nach Rammelsberg aus $\frac{1}{3}$ kieselaurer Kalk-Talkerde und etwas Eisenoxydul = $(Ca, Mg, Fe)_2 Si$. (Pogg. Ann. LI. 446.) B.

Batterie, elektrische. Da die Wirkung einer Kleist'schen Flasche mit der Grösse ihrer Belegung steigt, diese aber in der erreichbaren Grösse der zu belegenden Glasfläche ihre Grenze findet, so kam schon Galath kurz nach Erfindung der Kleist'schen Flasche auf den Gedanken, die gleichartigen Belegungen einzelner Flaschen mittelst metallischer Dräthe zu einem Ganzen zu verbinden. Eine solche Verbindung wird elektrische Batterie genannt. Die Grösse einer Batterie wird demnach bestimmt durch die Summe der inneren und äusseren Belegungen der einzelnen Flaschen, deren Form auch die belegter Glasscheiben oder Glimmerblätter sein kann, wodurch Raum erspart wird, aber bei Glas die Zerbrechlichkeit sich steigert. In Beziehung auf die Construction der Flaschen s. Flasche. Elektrische Batterien finden ihre Anwendung, wenn ein möglichst starker momentaner elektrischer Strom erfordert wird. Physiologische Wirkungen im Grossen, Glühen und Schmelzen der Metalle, Magnetisiren des Stahls durch gradlinig gespannte oder spiralförmig gewundene Schliessungsdrähte, Inductionen in ihnen parallelen Nebendräthen, endlich chemische Zersetzungen durch Maschinenelektricität werden daher in der Regel durch Batterien hervorgebracht, die ausserdem immer mit Vortheil angewendet werden, wo durch Einschalten schlechter Leiter

in den Schliessungsbogen der Leitungswiderstand bedeutend gesteigert wird. Die Stärke der Ladung schätzt man bei schnell auf einander folgenden Versuchen durch die Anzahl der Umdrehungen der Maschine, man misst sie hingegen, wie es nach Haldane's Vorschlag Riess gethan hat, durch die Anzahl überspringender Funken einer nicht isolirten sich selbst entladenden Flasche, deren innere Belegung mit der äusseren Belegung der isolirten Batterie (par cascade) verbunden ist. Zur Ableitung bedient man sich mit Vortheil dünn ausgewalzter Kupferstreifen, welchen Ketten vorzuziehen sind. Die Verbindung der äusseren Belegung geschieht in der Regel durch den mit Stanniol belegten Boden eines Kastens, in welchem die Batterie steht, die der innern Belegungen durch Vereinigung der S-förmig gebogenen innern Drähte der einzelnen Flaschen in einen gemeinsamen Knopf, oder durch Verbindung der Knöpfe der einzelnen Flaschen durch Querdrähte, die entweder in je zwei eingehängt oder durch eine Reihe hindurchgesteckt werden. Für gewöhnliche Batterien sind Flaschen von 15" Höhe und 4—5" Durchmesser zu empfehlen. Flaschen von 24" Höhe und 12" Durchmesser geben auf beiden Seiten eine Gesamtbelegung von 5 Quadratfuss, müssen aber von starkem und gut gekühltem Glase ohne Fehlstellen gefertigt sein. Die grosse Teyler'sche Batterie von van Marum bestand aus 15 kleinen Batterien von 15 Flaschen, deren jede 1 Quadratfuss Belegung hatte. Die Gesamtbelegung betrug daher 225 Quadratfuss. Eine später von ihm construirte hatte auf 100 Flaschen in 4 Kasten 550 Quadratfuss Belegung und zerstäubte einen 24½" langen, $\frac{1}{16}$ " dicken Eisendraht in glühende Kügelchen.

Für die Wirkungen der in der Batterie angehäuften Elektrizität gelten nach Riess (Pogg. Ann. XL. 321.) folgende Gesetze, wo q die auf der Oberfläche s der Batterie angehäuften Elektrizität bezeichnet, also $\frac{q}{s}$ ihre Dichtigkeit.

1) Die Abstossung einer anliegenden Kugel durch die Innenseite der Batterie ist dem Quadrate der Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität $\left(\frac{q}{s}\right)^2$ proportional.

2) Die Abstossung einer entfernten elektrisirten Kugel von der Innenseite der Batterie ist der Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität $\left(\frac{q}{s}\right)$ proportional.

3) Die Abstossung der Innenseite der Batterie gegen eine anliegende Kugel, die zugleich von einer nicht elektrisirten Kugel angezogen wird, ist dem Quadrate der Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität $\left(\frac{q}{s}\right)^2$ proportional.

4) Die Schlagweite der Batterie ist der Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität $\left(\frac{q}{s}\right)$ proportional.

5) Bezeichnet l die Länge eines Drahtes vom Halbmesser r , welcher verbunden mit einem andern Drahte, dessen Länge λ und Halbmesser e die Batterie entladet, so ist die in dem erstern entwickelte Temperatur T

$$T = \frac{a}{r^4} \left(\frac{1}{1 + \frac{b\lambda}{q^2}} \right) \frac{q^2}{s}$$

wo a und b Constante, oder wenn man unter

$$z = \left(1 + \frac{b\lambda}{q^2} \right) \frac{s}{q}$$

die Zeit der Entladung versteht

$$T = \frac{aq}{r^4 z}$$

oder: die Temperaturerhöhung in dem Querschnitt eines homogenen Drahtes, der sich im Schliessungsbogen einer elektrischen Batterie befindet, ist umgekehrt proportional dem Biquadrat seines Halbmessers, direkt proportional der angehäuften Elektrizitätsmenge, dividirt durch die Zeit, in der dieselbe entladen wird. (Pogg. Ann. XLIII. 76.)

Ueber die Inductionerscheinungen des Schliessungsdrahtes der Batterie und das Magnetisiren des Stahles s. Elektromagnetismus und Induction.

Die Beschreibung elektrischer Maschinen im Artikel Electricity der Encyclopaedia Metropolitana, in van Marum premiere Continuation des Experiences electriques etc., in Becquerel Traité de l'Electricité et du Magnetisme u. s. f. D.

Bauchredner nennt man diejenigen, welche die Geschicklichkeit besitzen, die Sprachlaute auf eine eigenthümliche Weise so hervorzubringen, dass die Zuhörer über den Ort, aus welchem der Schall kommt, auf eine auffallende Weise getäuscht werden. Dass die Töne hierbei mit dem gewöhnlichen Stimmorgan erzeugt werden, unterliegt keinem Zweifel, und der Name Bauchredner scheint von einer sichtbaren Bewegung der Oberbauchgegend herzurühren, die wenigstens bei einigen dieser Künstler stattfindet. (Voigt's Magaz. VII. 479.) Jene Täuschung *) aber gründet sich wesentlich auf den Umstand, dass unser Gehör nur ein ziemlich unsicheres Urtheil über die Richtung des Schalles hat, die Entfernung aber und die Beschaffenheit des Raumes, aus welchem er kommt, nach den Modificationen des Klanges beurtheilt. Der Künstler nun besitzt die Geschicklichkeit, den Klang der sogenannten Bauchstimme so zu modificiren, dass sie nicht allein von seiner gewöhnlichen Stimme, mittelst deren er ein Gespräch mit dem Unsichtbaren zu führen scheint, ganz verschieden ist, sondern auch bald klingt wie aus der Nähe, bald wie aus der Ferne, bald wie durch die verschlossene, durch die geöffnete Thür, aus einem engen verschlossenen Raume u. dergl. Auch scheint die Art der Stimmbildung eine grössere Unsicherheit über die Richtung des Schalles zu lassen als beim gewöhnlichen Sprechen. Indem zugleich der Künstler die Bewegung der Lippen zu verstecken weiss, theils dadurch, dass diese wirklich möglichst gering ist, theils durch seine Stellung, theils durch die Lebhaftigkeit des Gesprächs, bei welchem Rede und Antwort in einander fliessen, suchen wir, getäuscht

*) Dass sie durch Erzeugung von Echo's bewirkt werde, wie Gough meint (Gilb. Ann. XXXVIII. 95.) ist sicher ungegründet.

durch die Form des Gesprächs, die Stelle, woher der Schall kommt, am wenigsten da, wo sie wirklich ist, allein wir würden über dieselbe in Unsicherheit bleiben, wenn nicht der Künstler unserer Phantasie zu Hülfe käme, und durch die Lokalität, so wie besonders durch sein Nebenpiel unsere Aufmerksamkeit seiner Absicht gemäss auf einen bestimmten Ort zu fixiren verstände. Immer aber muss wohl dieser Ort so liegen, dass die eingebilddete Richtung des Schalles von der wirklichen nicht gar zu sehr verschieden ist. Manche Bauchredner verstehen es auch, mehrere verschiedene Bauchstimmen zu erzeugen. — Was nun die eigenthümliche Art der Stimmerzeugung betrifft, so scheint es ausgemacht zu sein, dass dabei die Luft nicht auf die gewöhnliche Weise ausgestossen wird. Autenrieth (Voigt's Magaz. VII. 484.) führt an, dass ein Licht, vor Mund und Nase des Bauchredners gehalten, sich nicht bewegte. Dass der Ton beim Einziehen der Luft gebildet werde, wie Gilbert (Ann. XXXVIII. 110.) selbst ziemlich unsicher anführt, scheint nach den besten Angaben nicht gegründet, vielmehr scheint eine eigene Art von schwacher Expiration stattzufinden. Müller (Handb. der Physiologie. II. 240.) äussert sich darüber auf folgende Weise: „Ich bin im Stande, durch Anwendung der sogleich anzugebenden Mittel sehr geläufig in den Tönen der Bauchredner zu sprechen, und ich bin überzeugt, dass die Bauchredner sich dieses Mittels bedienen müssen. Zu diesem Zwecke inspirire ich tief, so dass das abwärts steigende Zwergefell die Baucheingeweide stark nach vorwärts treibt; nicht während der Inspiration bilde ich dieses eigenthümliche Register von Tönen, um welche es sich handelt, sondern beim Ausathmen, aber das Ausathmen ist eigenthümlich, es geschieht bei ganz enger Stimmritze, sehr langsam durch Contraction der Brustwände, während das Zwergefell seine Stellung wie bei der Inspiration behauptet und der Bauch also während des Sprechens bei der Expiration aufgetrieben bleibt. Durch Intonation bei ganz enger Stimmritze und schwachem Anspruch mit den blossen Seitenwänden der Brust ohne die Bauchmuskeln entsteht das eigene Timbre der Töne dieses Registers. Man kann auf diese Art Töne bilden, wie der Ruf eines Menschen aus weiter Ferne. Anfangs glaubt man, weil der Bauch beim Reden angeschwollen bleibt, das Bauchreden geschehe bei der Inspiration; man kann sich aber bald überzeugen, dass man wirklich expirirt; denn wenn man so lange das Bauchreden fortgesetzt, bis man keinen Athem mehr hat, so ist die Brust immer enger geworden und es ist, wenn kein weiterer Ton aus Mangel an Luft in der Windlade mehr möglich ist, nun wieder eine Inspiration nöthig.“ — Es wäre möglich, dass nicht alle Bauchredner ganz gleich verfahren, wie man aus dem Umstande vermuthen möchte, dass manche nur eine Kindesstimme nachahmen können, während die geschickteren männliche Stimmen hören lassen. Der Fall, welchen Autenrieth untersucht hat, war von der ersteren Art, doch stimmt seine Beschreibung mit Müller's Erklärung wohl überein. Charles, ein vorzüglicher Bauchredner, der Gilbert Mittheilungen über seine Kunst gemacht hat (Ann. XXXVIII. 115.), behauptet nach seinem Gefühle, je dumpfer und entfernter die Stimme sei, desto tiefer hinten in der Mundhöhle, dem Kehlkopf näher, werde sie gebildet; je heller und näher, desto mehr vorn am Munde; wenn

er die Stimme von oben herab hören lasse, so werde die Luft ausgestossen, und indem er den Hals lang ziehe, lasse er die Stimme gegen den oberen Theil des Gaumens stossen. S.

Baumchalcedon, Baumstein, ist Chalcedon mit Dendriten. B.

Baumöl. Das Oel aus der Frucht von *Olea europaea*, wird seiner Güte nach in drei Sorten unterschieden, Jungfernöl, Baumöl, und die schlechte heiss ausgepresste Sorte. Vgl. Olivenöl. M.

Baumwachs. Eine Mischung von Wachs mit Harz und Terpenthin, dessen sich die Gärtner beim Oculiren bedienen. s. Dingt. pol. Journ. XIX. p. 110. M.

Baysalz, gleichbedeutend mit Seesalz (Chlornatrium).

Bdellium. Ein Harz von einer persischen und arabischen unbekanntem Pflanze. Es bildet gelbliche, rothbraune Stücke, welche schwach myrrhenähnlich riechen und 1,2 pCt. ätherisches Oel enthalten. Dieses besteht nach meiner Untersuchung aus C_8H_8 , wie das Terpenthinöl, giebt aber mit Chlorwasserstoffsäure keinen festen Campher. M.

Bebeerin. Rodie fand in der Rinde der Bäume Bebeern (in Guyana) ein dem Chinin ähnliches Alkaloid, welches jedoch andere Salze bildet, und welches er Bebeerin nannte. M.

Behenöl, fettes Oel aus *Guilandina moringa* ohne Geruch und Geschmack. — Es scheidet sich in einen flüssigen und festen Theil. M.

Beerenroth s. Blattroth.

Beizen s. Färberei und Aetzbeizen.

Beilstein syn. mit: Edler Serpentin und Nephrit.

Beinbrech, Beinwelle, Name eines mit incrustirten Sumpfpflanzen, Schilf u. dgl. erfüllten Kalktuffs; wo die Pflanzenreste zerstört sind, finden sich leere Räume. B.

Beinglas, Milchglas, wird aus den Materialien für das weisse Glas, denen man noch 8—10 pCt. geschlämmte Bein- oder Knochenasche (phosphorsaure Kalkerde) und nahe eben so viel Menige zusetzt, erhalten. Die phosphorsaure Kalkerde ist in der Glasmasse fein vertheilt, und giebt dem Glase die weisse milchige Farbe. Man gebraucht es zu Lampenschirmen, Scaln an Thermometern u. s. w. B.

Beinschwarz wird im Handel oft die Knochenkohle genannt,

Beitöne. Jeder Körper, welcher vermöge seiner Elasticität in tönende Schwingungen versetzt werden kann, ist nicht eines Tones, sondern einer Reihe von Tönen fähig. In vielen Fällen gebraucht man nur den tiefsten dieser Töne und nennt ihn daher Hauptton, auch Grundton oder ersten Ton; die übrigen aber bezeichnet man mit dem Namen Beitöne, Nebentöne, auch Theiltöne, höhere Töne (zweiter, dritter, vierter Ton u. s. w.) An einer Saite entstehen sie, indem sich dieselbe durch Knoten in eine Anzahl gleicher Theile theilt, und werden daher auch Aliquottöne, und weil in der entstehenden natürlichen Tonreihe mit den Schwingungszahlen 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. die ersten Töne consonirend sind, auch harmonische Töne genannt. Auch bei allen Longitudinalschwingungen, wo die Tonreihe ebenfalls die natürliche, oder die der ungeraden Zahlen 1, 3, 5 u. s. w. ist, können diese Namen gebraucht werden. Bei den Transversalschwingungen der Stäbe, Scheiben, meistens auch bei Glocken und Membranen sind die Beitöne nichts weniger als harmonisch. Wenn daher einige das Wesen der Consonanz, das auf dem einfachen Verhältniss der Schwingungszahlen beruht, aus dem Mitklingen dieser Beitöne an Saiten erklären wollen, so gehen sie damit nicht nur auf einen secundären Umstand zurück, sondern übersehen auch, dass es unzählige ganz unharmonische Beitöne giebt und zwar selbst an Saiten (die 11, 13 u. s. w.), Töne, welche nicht einmal in einer Tonleiter mit dem ersten Tone stehen können. Aehnlich verhält es sich mit der Erklärung des verschiedenen Charakters von Dur und Moll aus dem Umstande, dass unter den Beitönen der Saite wohl die grosse, nicht aber die kleine Terz des Grundtones vorkomme. — Man bringt die Beitöne an festen Körpern am leichtesten durch Berührung der Knoten hervor, an luftförmigen durch die Art und Stärke des Anblasens. Oft entstehen mehrere derselben zugleich und neben dem Grundtone, besonders an Saiten, daher sie auch mitklingende Töne genannt werden. — Am meisten gebraucht man diese höheren Töne auf den Blasinstrumenten (s. diese), auch zuweilen an Saiten, z. B. auf der Harfe, und besonders auf den Streichinstrumenten, wo sie Flageolettöne genannt werden. S.

Belladonin, ein nicht sehr giftiger Körper, den Lübekind in *Atropa belladonna* entdeckte und daraus darstellte. — Es krystallisirt in durchsichtig farblosen rechtwinkligen Prismen, riecht fast ganz wie Ammoniak und zeigt in wässriger Lösung eine alkalische Reaction. Auch die Salze ähneln den Ammoniaksalzen. Die procentische Zusammensetzung ist: 31,4 N; 72,2 C; 22,6 H; 8,18 O. Archiv für Pharm. XVIII. 78. M.

Benzamid. Lässt man auf Chlor-, Brom- oder Cyanbenzoyl wasserfreies Ammoniak einwirken, so erhält man Chlor-, Brom-, Cyanammonium und Benzamid. War das Ammoniak feucht, so bildet sich noch benzoësaures Ammoniak. Durch Waschen mit Wasser wird es gereinigt. Es bildet sich auch, wenn man Hippursäure durch Bleisuperoxyd zersetzt (Fehling: Ann. der Pharm. XXVIII. p. 50.) und in geringer Menge bei Zersetzen der Hippursäure in schwach glühenden Röhren. Die schnell erkaltete Auflösung der Substanz in

Wasser setzt kleine perlmutterähnliche Blättchen ab; langsam erkaltet bilden sich seidenglänzende, dem Coffein ähnliche Nadeln, welche sich nach und nach in ganz grosse Krystalle verwandeln. Es schmilzt das Benzamid bei 115° und destillirt unverändert über. Es besteht nach Liebig und Wöhler aus $C_{14}H_{14}N_2O_2$, d. i. Benzoësäure $C_{14}H_{10}O_2$ + Ammoniak $N_2H_6 - H_2O$. Starke Säuren scheiden Ammoniak und Benzoësäure daraus ab, ebenso Alkalien. Durch Glühen, Schmelzen mit Baryt und durch Kalium wird ein süßes Oel von unbekannter Zusammensetzung entwickelt. Pogg. Ann. XXVI. 465. M.

Benzil erhält man durch Einwirkung von Chlor auf Benzoin. Wenn kein Chlorwasserstoff mehr entwickelt wird, löset man die krystallinische Masse in siedendem Alkohol, der nach dem Erkalten das Benzil zurückläßt. Es krystallisirt in 6seitigen Prismen von durchscheinend gelber Farbe, die so hart wie Zucker sind, Schwefelsäure löst es unverändert auf und es fällt durch Zusatz von Wasser wieder nieder. Formel nach Laurent: $C_{14}H_{10}O_2$. M.

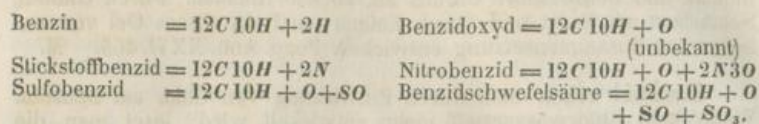
Benzilsäure. Laurent's Benzoyl hat von Liebig den Namen Benzil erhalten und die Säure die aus Behandlung des Benzils mit Kali entsteht, nannte Liebig Benzilsäure. —

Nach Zinin stellt man diese Säure folgendermaassen dar: Man löst Benzil in weingeistiger Kalilösung auf, so dass die Flüssigkeit noch alkalisch reagirt. Man kocht so lange, bis die Masse in Wasser löslich ist, dampft ab, verwandelt durch Stehenlassen das kaustische Kali in kohlen-saures. Man löst die Masse in Weingeist, giesst vom kohlen-sauren Kali ab und vermischt die Lösung mit Wasser, destillirt den Weingeist ab, behandelt mit Thierkohle und dampft die nach der Filtration farblose Flüssigkeit zur Krystallisation ab. Salzsäure scheidet die Benzilsäure aus, die in glänzenden Nadeln krystallisirt, metallisch sauer schmeckt, in Wasser schwer, in Alkohol und Aether leicht auflöslich ist. Charakteristisch ist die schöne karmirothe Farbe, welche Benzilsäure der Schwefelsäure ertheilt. Nach den Analysen von Liebig und Zinin besteht die Säure aus $C_{14}H_{10}O_2$ + Aq . Ann. der Pharm. XXXI. p. 329—332. M.

Benzimid s. Bibenzamid.

Benzin. Destillirt man ein Gemenge von 1 Th. Benzoësäure und 3 Th. gelöschter Kalkerde, so geht mit dem Wasser eine ölige, darauf schwimmende Flüssigkeit über, welche abgenommen, mit Chlorcalcium zusammengebracht und nochmals destillirt, das reine Benzin darstellt. Mitscherlich in Pogg. Ann. XXIX. p. 231. Es ist farblos, von ätherischem Geruch und Geschmack, spec. Gew. 0,85, siedet bei $+86^{\circ}$. Bei niederer Temperatur erstarrt es, schmilzt dann bei $+7^{\circ}$. In Wasser wenig löslich, wird es von Alkohol und Aether in jedem Verhältniss aufgenommen. Es besteht aus $C_{12}H_{10}$, oder 92,46 C und 7,54 H. Das spec. Gew. des Dampfes ist 2,7378. Man kann daher die Entstehung des Benzins aus Benzoësäure so betrachten, als zerfiel dieselbe in Benzin und in Kohlensäure. Vergl. Benzinkohlensäure. Wenn das Benzin der Einwirkung der

Schwefelsäure, der Salpetersäure ausgesetzt wird, so scheidet sich H_2 aus, welches sich mit dem Sauerstoff der Säure zu Wasser verbindet. Berzelius sieht daher diese Verbindungen nicht mehr als Benzinverbindungen an, sondern als die eines neuen Kohlenwasserstoffs $\frac{1}{2}CH$, den er Benzid nennt. Man kann unter diesen folgende Verbindungen aufstellen:



Mit Chlor, Brom u. s. w. vereinigt sich das Benzin unmittelbar. Werden diese Verbindungen für sich oder mit Kalkerde destillirt, so verlieren sie die Hälfte des Chlors u. s. w. und des Wasserstoffs.

Das ölige Produkt aus der Steinkohlendestillation, welches dem Benzin isomerisch ist, ist nicht dieselbe Verbindung. s. den Art. Phen. M.

Benzinkohlensäure. Mitscherlich betrachtet die krystallisirte Benzoësäure $C_{14}H_{12}O_4$ als eine Verbindung von Benzin $C_{12}H_{12}$ mit 2 At. Kohlensäure C_2O_4 , nach Art der Aetherschwefelsäure. In den Salzen, welche kein Wasser enthalten, und welche nach der Formel $C_{14}H_{10}O_3 + R$ zusammengesetzt sind, müsste 1 At. Wasser aus der Zusammensetzung der Säure ausgetreten sein, welches wieder aufgenommen wird, wenn sich dieselbe von der Basis trennt. Vergl. Mitscherlich: Lehrbuch der Chemie. Bd. I. M.

Benzinschwefelsäure, Benzidschwefelsäure. Wenn man zu rauchender Schwefelsäure (oder besser zu wasserfreier) Benzin hinzusetzt, so erhält man neben der Schwefelsäure eine neue Säure, die von jener durch Baryterde getrennt werden kann. Das neue Barytsalz wird mit schwefelsaurem Kupferoxyd zerlegt, und die Flüssigkeit abgedampft; man erhält sodann das krystallisirte Kupfersalz, aus dem man das Kupferoxyd durch SH abscheiden kann. Die Säure kann, bis zur Syrupsdicke abgedampft, krystallisirt erhalten werden. In höherer Temperatur wird sie zersetzt; ihre Salze, die gut krystallisiren, ertragen starke Erhitzung. Mitscherlich, welcher die Säure entdeckt hat, fand sie bestehend aus $C_{12}H_{10}S_2O_3 + H$. Man kann sie betrachten als Benzidunterschwefelsäure (Berzelius) oder auch als schwefelsaures Sulfobenzid $= SO_3 + C_{12}H_{10}SO_3$. Pogg. Ann. XXXI. p. 287. M.

Benzoëäther. Durch Destillation eines Gemenges von 2 Th. Benzoësäure, 4 Th. Alkohol und 1 Th. Salzsäure oder Schwefelsäure erhält man bei 180° diesen Aether, den Dumas und Boullay zuerst dargestellt und analysirt haben. (Pogg. Ann. XII. p. 441.) Liebig und Wöhler haben ihn mit gleichen Resultaten zerlegt. (Ibid. XXVI. p. 473.) Sie fanden ihn bestehend aus $C_8H_8O_4$ oder $C_4H_4O + C_4H_4O_3$. Das spec. Gew. des Dampfes fand Dumas

5,42 und ich zu 5,378, berechnet 5,242. Der reine Aether ist farblos, ölig, von schwachem stechendem Geruch und Geschmack, spec. Gew. bei $10^{\circ} = 1,0559$. Siedepunkt bei 209° . Durch Behandlung mit Chlor verliert dieser Aether Wasserstoff, nimmt aber dafür mehr Chlor auf, so dass man eine Verbindung bekommt, welche aus $C_{18}H_{16}O_3Cl_6$ besteht, so dass 1 Aeq. O durch 1 Aeq. Cl ersetzt ist. Man kann die Verbindung ansehen als aus Chlorbenzoyl und gechlortem Aether bestehend; $C_{14}H_{12}O_2Cl_2 + C_4H_6Cl_4O_2$. Malaguti im Journ. f. prakt. Chem. Bd. XVIII. p. 56. M.

Benzoëblumen (flores Benzoës). Ein alter pharmaceutischer Name für sublimirte Benzoësäure. M.

Benzoëharz, Asa dulcis, ein Harz, das aus Einschnitten der Rinde von Styrax Benzoin trieft, und in Conglomeraten aus braunen und weissen Stücken zu uns kommt. Die weissen Stücke sind durchscheinend, brechen muschelartig wie Mandeln (Benzoë amygdaloides) und ihre Grösse ist ein Zeichen der Güte; Erwärmung befreit das Harz von Benzoësäure, die sublimirt wird, und unter dem Namen Benzoëblumen bekannt ist. Die neuesten Untersuchungen sind von van der Vliet, gestützt auf Unverdorben. Beide zerlegen es in drei Harze, welche letzterer alle drei zu den Gammaharzen zählt, Berzelius aber und van der Vliet nennen Alphaharz das in Aether lösliche, Gammaharz das in kohlen-saurem Natron lösliche und Betaharz das zurückbleibende. — Zuerst gewinnt man das Gammaharz, indem man das Ganze in einer Auflösung von kohlen-saurem Natron kocht, die sich desselben bemächtigt. — Von dem Reste löst Aether mehr als die Hälfte auf, das Alphaharz, und zurück bleibt Betaharz. Das Gammaharz befreit man von Benzoësäure durch abwechselndes Pulvern und Kochen mit Wasser; das nach Verdampfung des Aethers bleibende Alphaharz reinigt man von flüchtigen Stoffen durch Erwärmen; das Betaharz befreit man von den Unreinigkeiten durch Auflösung in Alkohol. Alphaharz, unlöslich in kohlen-saurem Natron, Ammoniak, Steinöl, löslich in Alkohol, Kümmelöl, Kali. Bleiresinat, erhalten durch alkoholische Lösung von Bleizucker in alkoholischer Lösung des Harzes, enthielt 83,45 Harz und 16,55 Bleioxyd; das Atgew. ist darnach 7214,20 und die Formel $C_{76}H_{84}O_{14}$ oder $14(C_6H_6) + O_{14} = 73,56 C; 7,20 H; 19,24 O$. Betaharz ist unlöslich in Aether, ätherischen Oelen, Ammoniak und kohlen-saurem Natron, löslich in Kalilauge. — Bleiresinat enthielt 74,22 Harz und 25,78 Bleioxyd. Das Atgew. würde sein 4099,0 und die Formel: $C_{80}H_{44}O_9 = 72,24 C; 6,48 H; 21,28 O$. Gammaharz, löslich in Alkohol, schwerer in Aether und Kümmelöl, gar nicht in Steinöl. Bleiresinat enthielt 68,95 Harz und 31,05 Bleioxyd. Das Atgew. wäre darnach 3062,81 und die Formel $C_{30}H_{18}O_5$ oder $5(C_6H_6) + O_5 = 75,36 C; 8,20 H; 16,44 O$. — Stoltze: Berliner Jahrb. XXV. 1. 55. Unverdorben in Pogg. Ann. VIII. 407. Frémy: Journ. f. prakt. Chem. XVIII. 246. Van der Vliet: ibid. XVIII. 411. M.

Benzoësäure. Diese Säure scheint sich meist durch Oxydation anderer Stoffe, und namentlich ätherischer Oele zu bilden,

welche in den Pflanzen enthalten sind. Auf diese Weise erscheint es in der Benzoë in Begleitung eines flüchtigen Oeles, welches aus demselben abdestillirt und dann in Benzoësäure verwandelt werden kann. So bildet es sich durch Oxydation des Bittermandelöls (s. d.) durch Oxydation der Zimmtsäure mittelst Salpetersäure u. s. f. Sie kommt auch im Harne der Pferde öfters vor, doch dann stets die Hippursäure ausschliessend. Erdmann im Journ. f. prakt. Chem. XVII. p. 422. Auch im Harne kleiner Kinder soll sie enthalten sein.

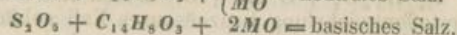
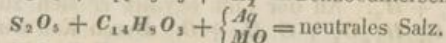
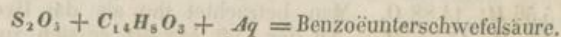
Man stellt sie aus dem Benzoëharze dar, indem dasselbe mit $\frac{1}{4}$ kohlen-saurem Natron innig gemengt und 36 Stunden lang mit wenig Wasser bei 40° digerirt wird. Die Masse wird mit Wasser erschöpft, durch wenig Schwefelsäure die Flüssigkeit neutralisirt, und von aufgelöstem Harz befreit, filtrirt, und nun durch Schwefelsäure alle Benzoësäure niedergeschlagen. Durch Umkrystallisiren und Sublimiren erhält man die Säure rein. — Man kann sie auch aus unreiner Hippursäure darstellen, indem man diese mit Braunstein und Schwefelsäure kocht. Unter Entwicklung von Kohlensäure bildet sich Benzoësäure, welche jedoch oft den Geruch nach Pferdeurin beibehält. Pelouze: Journ. f. prakt. Chem. XIII. 420. Im reinen Zustande ist die Benzoësäure geruchlos; wenn sie nach Vanille oder anderen Stoffen riecht, so ist diess eine anhängende fremde Substanz. Sie schmeckt erwärmend säuerlich, im Halse kratzend, nicht so sehr wie die Zimmtsäure. Bei 120,5° schmilzt sie und verdampft, bei 239° kocht sie und verdampft unverändert. Sie ist in 200 Th. Wasser von 15°, leicht in kochendem löslich. In Alkohol, Aether und fetten Oelen löst sie sich auch. Sie besteht aus $C_{14}H_{10}O_5 + Ag$ oder aus 68,86 C; 4,91 H; 26,23 O; (Atgew. v. C=75.) Spec. Gew. des Dampfes 4,26. Ich fand es zu 4,31.

Mit einem Ueberschuss von Kalkerde destillirt, giebt sie Benzin und Kohlensäure (vergl. Benzin und Benzinkohlensäure); mit Kalk neutralisirt und destillirt giebt sie Benzon, Naphtalin, Essigsäure und Brenzöl. Brom und Chlor wirken fast gar nicht auf sie ein. Brom erzeugt mit benzoësaurem Silberoxyd, Brombenzoësäure. Saures chromsaures Kali und verdünnte Schwefelsäure verändern die Benzoësäure nicht. Englische Schwefelsäure löst sie unverändert auf, und lässt sie bei Wasserzusatz wieder fallen; wasserfreie Schwefelsäure bildet Benzoëschwefelsäure, Salpetersäure die Benzoësalpetersäure. Ueber glühendes Eisen in Dampfgestalt geleitet, bildet Benzoësäure nach F. d'Arcet Benzin und Kohlensäure. Journ. f. prakt. Chem. Bd. XIII. 427. Vergl. Liebig und Wöhler in Pogg. Ann. XXVI. 333. M.

Benzoësalpetersäure. Diese Säure bildet sich durch unmittelbare Einwirkung der concentrirten Salpetersäure auf die Benzoësäure. Ist die Temperatur dabei hoch, so wirkt die Salpetersäure auf die neue Säure und es bildet sich salpetrige Säure. Sie bildet sich stets auch dann, wenn durch Salpetersäure aus anderen Verbindungen Benzoësäure gebildet wird, z. B. aus Zimmtöl, Zimmtsäure, Bittermandelöl u. s. f. Plantamour stellte sie aus Zimmtsäure zuerst dar, verkannte ihre Natur aber. Mulder und ich haben ihre Zusammensetzung bestimmt, welche von Mitscherlich bestätigt wurde.

Journ. f. prakt. Chem. XIX. p. 365. und *ibid.* XXII. p. 498. Mulder nannte sie Nitrobenzinsäure; der Name Benzoësalpetersäure ist vorzuziehen. Die reine Säure ist ohne Veränderung flüchtig, schmilzt bei 127°, sublimirt aber schon bei 110°, in höherer Temperatur zersetzt sie sich unter Bildung von Nitrobenzin. Sie besteht aus $C_{14}H_8N_2O_7$, ist also aus Benzoëssäure und Salpetersäure entstanden, indem 1 At. *Aq* ausgeschieden ist. $C_{14}H_{10}O_3 + N_2O_5 - H_2O$. Sie bildet mit den Basen schön krystallisirbare Salze, welche von Mulder genau untersucht worden sind. M.

Benzoëschwefelsäure. Bringt man Benzoëssäure mit wasserfreier Schwefelsäure zusammen, so vereinigen sich beide unter starker Erhitzung zu einer zähen Masse. Durch Auflösen in Wasser und Zusatz von kohlenaurer Baryterde kann man die Schwefelsäure abscheiden. Das nun aufgelöste Barytsalz wird abgedampft, und in schönen Krystallen erhalten; die daraus abgeschiedene Säure ist gleichfalls krystallisirbar. Diese ist sehr beständig, wird bei 150° noch nicht zersetzt, auch nicht durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure. Sie besteht nach Mitscherlich, der sie entdeckte, in den trockenen Salzen aus: $C_{14}H_{10}O_3 + 2S$. Pogg. Ann. XXXII. p. 230. Nach Fehling enthält sie Unterschwefelsäure, und besteht für sich und in den Salzen aus:



S. Ann. der Pharm. XXVII. p. 328.

M.

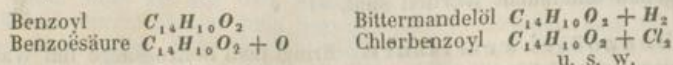
Benzoïn. Ein dem Bittermandelöl isomerischer Körper, der sich durch Einwirkung des Kali auf Bittermandelöl bildet, und früher als Bittermandelölcampher bezeichnet, erst durch Liebig und Wöhler zu seinem Recht gelangte. Stets gelb gefärbt bedarf es erst der Reinigung; dann bildet es farblos durchsichtige, geruch- und geschmacklose Prismen, schmilzt bei 120°. Nach neueren Beobachtungen von Zinin hängt die Menge des gebildeten Benzoïns von dem Blausäuregehalt des Bittermandelöles ab. Die Formel des Benzoïns ist: $C_{14}H_{12}O_2$. Atgew. 1344,95. Pogg. Ann. XXVI. 474. Ann. der Pharm. XXXIV. p. 186—192. M.

Benzon. Bei der Destillation des neutralen benzoësauren Kalkes geht ein Gemenge von Benzin, Naphthalin und Benzon über. Péligot: Pogg. Ann. XXXVI. p. 69. Durch Destillation bis zu 250° wird das Benzin und Wasser abgesondert. Das später Uebergehende ist Benzon und Naphthalin. Dieses krystallisirt beim starken Abkühlen bis -20° heraus. Das Benzon besteht aus $C_{12}H_{10}O$, ist also Benzoëssäure — Kohlensäure. Man kann es auch als Benzid + Kohlenoxyd betrachten, $C_{12}H_{10} + CO$, was indessen sehr unwahrscheinlich ist. M.

Chem.-phys. Wörterb.

18

Benzoyl. Das hypothetische Radikal der Benzoësäure, welches noch nicht isolirt dargestellt worden ist. Es würde aus $C_{14}H_{10}O_2$ bestehen. Man erhält einen so zusammengesetzten Körper, wenn man Chlor über Benzoin leitet, daher Laurent denselben auch Benzoyl nennt. Liebig hat diesen Namen in Benzil umgeändert. (s. d.) Mit Wasserstoff verbunden bildet das Benzoyl das Bittermandelöl, mit Sauerstoff die Benzoësäure, und geht Verbindungen mit Chlor, Jod, Brom, Cyan u. s. w. ein.



Vergl. Liebig und Wöhler in Pogg. Ann. XXVI. 333. M.

Benzoylwasserstoff. Destillirt man das rohe Bittermandelöl mit Kalkhydrat und Eisenchlorür, so erhält man, indem dadurch die Blausäure, das Benzoin und die Benzoësäure abgeschieden wird, den Benzoylwasserstoff noch mit ein wenig Wasser vermischt, von dem man ihn durch Chlorealcium befreien kann. Er bildet sodann eine farblose, stark nach Bittermandelöl riechende Flüssigkeit, von 1,043 spec. Gew. Bei 100° siedet er und kann unverändert destillirt werden. In 30 Th. Wasser löslich, wird er von jeder Menge Aether und Alkohol aufgenommen. Er besteht aus $C_{14}H_{10}O_2$, oder aus 79,56 C; 5,56 H; 14,88 O. Man betrachtet ihn als das Hydrür des Benzoyls $C_{14}H_{10}O_2 + H_2$. An der Luft oxydirt er sich zu Benzoësäure und Wasser $C_{14}H_{10}O_2 + O; H_2 + O$. Durch Kali wird gleichfalls, unter Wasserstoffentwicklung benzoësaures Kali gebildet. Mit Kali, Baryt-, Natron-, Kalkwasser in Berührung verändert er sich nicht bei $60-70^\circ$. Einige Tropfen Blausäure bewirken die schnelle Bildung von Benzoin. Chlor und Brom verwandeln ihn unter Bildung von Wasserstoffsäuren in Chlorbenzoyl und Brombenzoyl. Ist Wasser zugegen, so bildet sich auch Benzoësäure und benzoësaures Benzoylwasserstoff. Mit Ammoniak gemischt erzeugt sich Hydrobenzamid. Salpetersäure verwandelt den Benzoylwasserstoff in Benzoësalpetersäure.

Der Benzoylwasserstoff bildet sich leicht bei der Destillation der Zimmtsäure mit Salpetersäure und mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure, bei derselben Reaction auf Styracin. Vergl. Liebig und Wöhler in Pogg. Ann. XXVI. p. 333. M.

Benzoylwasserstoff, ameisensaurer s. Mandelsäure.

Benzoylwasserstoff, benzoësaurer. Wenn man feuchtes Chlorgas bis zur Sättigung durch rohes Bittermandelöl leitet, so erhält man einen von Robiquet und Winckler gleichzeitig entdeckten, dem Benzoin sehr ähnlichen Stoff, welcher aus $C_{12}H_{10}O_2$ besteht, also als benzoësaurer Benzoylwasserstoff betrachtet werden kann. Er entsteht auch bei der Einwirkung der wasserfreien Schwefelsäure auf Bittermandelöl. Er krystallisirt in zwei verschiedenen Formen, ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, Kali verwandelt ihn in Benzoësäure. M.

Berberin, Berberitzengelb, $N_2 C_{23} H_{36} O_{11} = 4,29 N$; 61,16 C; 5,44 H; 29,11 O. Von Brandes zuerst, sodann von Buchner und Herberger in reinem Zustande dargestellt und analysirt, wird aus der Wurzel von berberis vulgaris, die man auch ihrer äussersten Haut entledigen kann, mit Wasser ausgezogen und darnach eingedickt. Das schmierige Extract behandelt man mit Alkohol so lange derselbe noch bitter wird, destillirt dann denselben grösstentheils ab und lässt den Stoff in der Kälte krystallisiren, die Krystalle werden von der Mutterlauge gesäubert, in heissem Wasser gelöst und durch Erkalten rein wiedergewonnen und zwar in Gestalt seidenartiger Nadeln. Es bedarf 250 Th. Alkohol und bei 12° doppelt so viel Wasser zur Auflösung, widersteht der Auflösung in Aether, Schwefelkohlenstoff, Steinöl und ist in anderen ätherischen wie in fetten Oelen nur wenig löslich. Bei 100° verliert es Wasser, schmilzt zwischen 160 und 200° , und wird bei 220° zersetzt. Die wässerige Lösung reagirt nicht sauer, aber das Berberin ist eine wirkliche Säure und bewirkt in Metallsalzlösungen Niederschläge. Der zur Analyse benutzte Silberniederschlag enthielt 74,02 Berberin und 25,98 Silberoxyd. (Atgew. 4135.) Brandes Archiv. XI. 29. Buchner's Repertorium. XXXVI. 1.

M.

Berengelit, ein harzähnlicher, dunkelbrauner Körper, der aus Südamerika aus der Provinz St. Juan de Berengela kommen soll und sich so reichlich findet, dass man ihn an der ganzen Meeresküste als Theer und Pech benutzt.

Dieser Körper giebt in Wasser keine, in Aether und Alkohol auch in der Kälte sehr concentrirte braune Auflösungen, aus denen er mit weingeistiger Bleizuckerlösung weiss niedergeschlagen wird. Auch verdünnte Kalilauge löst ihn auf. Formel: $C_{41} H_{62} O_8$.

M.

Bergamottöl, ätherisches Oel aus den Schalen der Bergamotte. Der angenehme Geruch verliert sehr durch Destillation, weshalb das gepresste am besten ist. Nach Ohme's neuester Untersuchung hat es ein spec. Gew. von 0,856 und siedet bei 183° . Die Elementaranalyse gab die Formel $3(C_{10} H_{16}) + 2Aq$ oder $6(C_{10} H_{16}) + 4Aq$. Sowohl Ohme als später Soubeiran und Capitaine erhielten mit Salzsäuregas einen Campher, dessen Destillation letztere nicht gerathen finden. Dass, wie Ohme meint, das Bergamottöl ein einfaches Hydrat ist, dürfte schwer zu erweisen sein, dass es aber, wenn auch von mehreren Oelen gebildet, ein Hydrat enthält, geht daraus hervor, dass es sich mit wasserfreier Phosphorsäure stark erhitzt und färbt. Ann. der Pharm. XXXI. p. 316—321. Journ. de Pharm. Janv. 1840. p. 1—21.

M.

Bergapten, ein stearoptenartiger Körper, der sich als Bodensatz im rohen Bergamottöl absetzt. Dieser Körper krystallisirt in kurzen, feinen, farblosen Nadeln, ist geruch- und geschmacklos, lässt sich sublimiren und brennt hell leuchtend. Es besteht nach Ohme und Mulder aus $6(C_{10} H_6 O_3) + 2H_2 O$. Ann. der Pharm. XXXI. p. 316—321.

M.

Bergbalsam, eine wohlriechende Varietät des Asphalts, welche am Fusse des Kaukasus in Khorassan auf Bergklüften vorkommt. B.

Bergblau, erdige Kupferlasur.

Bergbutter, eine Salzmasse aus haarförmigen Krystallen oder kugligen nierenförmigen Massen von gelber, grauer, auch weisslicher Farbe. Findet sich im Alaunschiefer bei Reichenbach im sächsischen Voigtland, Saalfeld u. s. w., und besteht aus Schwefelsäure mit Eisenoxydul, Thonerde, Natron und vielem Wasser, wahrscheinlich ein Gemenge aus Alaun mit Eisenvitriol. — Auch der natürliche Zinkvitriol heisst zum Theil Bergbutter. B.

Bergflachs syn. mit Amiant s. Asbest.

Berggrün, der natürliche erdige Malachit; s. kohlen-saures Kupferoxyd. B.

Berghaar syn. mit Amiant.

Bergholz syn. mit Holz-asbest s. Asbest.

Bergkork, eine Varietät des Asbestes. (s. d.)

Bergkrystall, die wasserhelle Varietät des Quarzes. (s. d.)

Bergleder s. Bergkork.

Bergmanit, eine zu Ehren des schwedischen Chemikers und Mineralogen Bergman so benannte dichte, im Syenit bei Stavern in Norwegen vorkommende Varietät des Skapolith. B.

Bergmehl, Kieselguhr, eine erdige staubförmige, vorzugsweise aus Kieselsäure bestehende Masse, die weiss oder durch etwas Eisenoxyd mehr oder weniger gelblich und grau gefärbt ist. Sie entsteht aus dem Absatz kieselhaltiger Quellen, namentlich heisser, wie auf Island, und findet sich ferner bei San Fiore in Toskana, im Krater des Pik von Teneriffa, im Torfmoor bei Franzensbad unfern Eger u. a. a. O. Ehrenberg hat gefunden, dass die von ihm untersuchten Bergmehlarten von Isle de France, San Fiore, Franzensbad und anderen sehr verschiedenen Fundorten aus Kieselpanzern von Infusorien bestehen, welche der Familie der Bacillarien angehören, und grossentheils mit jetzt noch im süssen Wasser lebenden identisch sind. In Schweden und Finnland mischt man diese mehlartige Erde mit Getreidemehl, und verwendet sie zu Brod und Grütze, und eine ähnliche Benutzung erfährt sie in dem über-völkerten China. (Pogg. Ann. XXXVIII. p. 213., XL. p. 148. 319. — Bericht der Königl. Preuss. Akademie. 1838. p. 7. B.

Bergmilch, eine poröse, aus staubartigen Kalktheilchen zusammengesetzte Masse von weisser oder gelblicher Farbe. Sie findet

sich in Höhlen und Klüften in Kalkstein, und ist Niederschlag aus kalkhaltigem Wasser, meist Kalksinter überziehend. In grösser Menge bei Urach in Württemberg, ferner in Kalkgebirgen Tyrols, der Schweiz, Schlesiens u. s. w. B.

Bergnaphtha s. Erdöl, Naphtha.

Bergöl s. Erdöl.

Bergpapier ist Bergkork. s. Asbest.

Bergpech s. Asphalt.

Bergsalz syn. mit Steinsalz. s. Chlornatrium.

Bergschwefel heisst der natürliche Schwefel.

Bergseide s. Amiant.

Bergseife, Bockseife, ein thoniges Mineral, von bläulicher und pechschwarzer Farbe. Es fühlt sich sehr fettig an, hängt an der Zunge, ist undurchsichtig, fettglänzend im Strich und schreibt. Bergseife ist unschmelzbar, im Wasser zerspringt sie mit Knistern; findet sich lagerartig in Thon und Basalt, so bei Bilin, am Thüringerwald, am Habichtswald bei Kassel u. a. O. Die Thüringer Bergseife besteht nach Buchholz aus 44 Kieselsäure, 26,5 Thonerde, 20,5 Wasser, 8 Eisenoxyd, 0,5 Kalk. — Wird zum Waschen grober Zeuge gebraucht. B.

Bergtalg, Bergfett. Eine weisse, fettige, geruch- und geschmacklose Substanz, welche in Schottland, Finland, im Steinöl aufgelöst, in Baiern als Quirinöl, in dem Tinkal vorkommt, und durch Auflösen in Alkohol und Abdestilliren desselben krystallisirt erhalten werden kann. Es ist krystallisirbar, namentlich das aus dem Steinöl; spec. Gew. 0,983; schmilzt bei 47,5°, kocht bei 187,5°, löst sich in Alkohol, Aether, Terpenthin- und Steinöl, auch in fetten Oelen. Es ist nicht verseifbar. M.

Bergtheer, Goudron mineral. Ein flüssiger Asphalt, welcher eigentlich aus einer Auflösung von Asphalt in Steinöl besteht. Er wird zu künstlichem Mastix, ähnlich wie der Asphalt benutzt; auch als gegen den Rost schützender Eisenanstrich. M.

Bergwachs s. Ozokerit.

Berlinerblau, eine blaue aus Eisencyanür + Eisencyanid bestehende Farbe. s. Cyaneisen. — Das sogenannte natürliche Berlinerblau ist erdiges phosphorsaures Eisenoxydul (s. d.), der Vivianit der Mineralogen. B.

Berlinerroth wird oft das auf künstlichem Wege erhaltene

Eisenoxyd genannt, wenn es zum Anstrich auf Mauern, Holz u. dgl. dient. B.

Bernerde, eine in Braunkohlenlagern z. B. zu Zittau, Wettin bei Halle, Muskau in der Lausitz vorkommende helle, gelblichbraune oder graue erdige Substanz, die beim Erhitzen einen angenehmen Geruch verbreitet, und wie Bernstein verbrennt. Sie ist oft mit Erdöl gemengt. B.

Bernstein. Unter den Fossilien organischen Ursprungs, welche den Braunkohlenlagern eigenthümlich sind, ist von grosser Wichtigkeit der seit den ältesten Zeiten unter dem Namen Elektron bekannte Bernstein, auch Agtstein, gelber Ambra genannt. Die preussischen Küsten der Ostsee liefern ihn am reichlichsten, seltener Skandinavien als Auswurf des Meeres. In seinem Lager fand man ihn in Grönland, Frankreich und der Schweiz. Sein Vorkommen in anderen Schichten als oben in Braunkohle ist sehr selten. Abdrücke von Zweigen, Rinde, aus deren Spalten er geflossen scheint, eingeschlossene jetzt unbekannte Thiere und Pflanzen, oft von der grössten Zartheit, scheinen seinen vegetabilischen Ursprung und seine einst grosse Leichtflüssigkeit zur Genüge darzuthun. Die Stücke, welche man findet, sind hellgelb, oft sogar farblos und ganz undurchsichtig, andere braun in Abstufungen bis zum dunkelsten, auch trübe und undurchsichtig. Die schöneren Stücke verarbeitet man zu Schmuck, denn er ist für Politur hart genug und lässt sich auch in heissem Oele biegen, schmilzt aber nicht ohne Zersetzung bei $+287^{\circ}$.

Der Bernstein besteht aus verschiedenen Stoffen, nämlich einem flüchtigen Oele, zweien Harzen, der Bernsteinsäure und der Hauptsache nach aus einem in allen Lösungsmitteln unauflöselichen Stoffe. Um diese Substanzen zu trennen, pulvert man den Bernstein und digerirt das Pulver in verschlossenen Gefässen so lange mit Aether, als derselbe noch auflösend wirkt. Die gelbe Auflösung wird durch Destillation über Wasser ihres Aethers entledigt und lässt dann auf dem Wasser ein weiches, angenehm riechendes, sehr helles Harz, (wahrscheinlich der ursprüngliche, im Inneren noch frisch erhaltene Bernsteinbalsam) zurück. Den Geruch verdankt es einem flüchtigen Oel, das durch fortgesetzte Destillation abgeschieden wird und nun das erst klebrige Harz im sprödesten zerreiblichen Zustande zurücklässt. Dieses Harz besteht noch aus zweien, die man mit Alkohol von 0,84, welche das eine auflöst und das andere zurücklässt, trennen kann. Das aufgelöste, durch Abdampfen wiedergewonnene Harz schmilzt bei 100° , das andere weit schwerer.

Den nicht vom Aether aufgenommenen Theil des Bernsteins nennt Berzelius Bernsteinbitumen. s. d. Art.

Mit Alkohol kann man die Bestandtheile ebenso trennen wie mit Aether, allein es erfordert mehr Mühe, weil der Bernstein viel sorgfältiger gepulvert werden muss. Wasser löset vom Bernstein gar nichts auf, concentrirte Schwefelsäure löset das Pulver mit brauner Farbe und zersetzt es, Wasser schlägt dasselbe grösstentheils wieder daraus nieder. Mit Schwefelsäure gekocht liefert der Bernstein sog. künstlichen Gerbstoff und Kohle.

Anwendung findet der Bernstein als Luxusgegenstand, zum Räuchern, zur Darstellung von Firniss und zur Gewinnung der Bernsteinsäure.

Pogg. Ann. Bd. VIII. p. 407. XII. p. 419. M.

Bernsteinäther, ein von d'Arcet (Pogg. Ann. XXXVI. 84.) dargestellter Körper von der Zusammensetzung: $C_4H_{10}O + C_4H_4O_3$.

Man stellt ihn dar, indem man 10 Th. Bernsteinsäure, 20 Th. wasserfreien Alkohol und 5 Th. concentrirte Chlorwasserstoffsäure mit Zurückgiessung des Uebergegangenen so lange destillirt, bis der Rückstand in der Retorte eine ölige Consistenz erhalten hat. In diesem Rückstande findet sich der Aether und sondert sich durch Schütteln mit Wasser aus, bildet gelbliche schwere Tropfen; hat man ihn gekocht bis sein Siedepunkt constant ist, und dann über Bleioxyd destillirt, so ist er farblos, schmeckt scharf, riecht wie Benzoëäther, fühlt sich fettig an, siedet bei 214° und ist schwerer als Wasser. Flüssiges Ammoniak bildet damit einen dem Aetheroxamid ähnlichen Stoff. M.

Bernsteinbitumen, der in Aether und Alkohol, fetten und flüchtigen Oelen, wie in kaustischen Alkalien unlösliche Bestandtheil des Bernsteins, der beinahe 90 pCt. desselben ausmacht und sich als ein leichtes gelbes Pulver darstellt. In der Hitze wird es braun und riecht fettig; in verschlossenen Gefässen erhitzt liefert es ein farbloses Oel, und die zurückbleibende geschmolzene Masse zeigt sich als durchscheinendes Harz und ist sehr zerreiblich. Von Alkohol wird sehr wenig, von Aether mehr, von Steinöl, Terpenthinöl und fetten Oelen fast die ganze Masse aufgelöst. Mit Kalilauge erwärmt, liefert das ursprüngliche Bitumen eine in warmem Wasser auflösliche Harzseife. Man kann das Bitumen auch so lange erhitzen, dass es grössentheils nur das obige farblose Oel liefert, dann hinterlässt es eine Kohle, deren Asche Eisenoxyd enthält. Auch sublimirt sich gegen Ende der Operation ein krystallinischer Körper, der Bernstein-campher. M.

Bernsteincampher, auch Bernsteinharz, s. unter Bernsteinbitumen und Bernsteinharz, flüchtiges. M.

Bernsteinfirniss. Den in gelinder Hitze geschmolzenen Bernstein löst man nach dem Erkalten in warmem Terpenthinöl auf und setzt, je nach dem Bedürfniss Leinölfirnis hinzu oder nicht. Der Bernsteinfirniss hat besonders Werth für die Dauerhaftigkeit seines Glanzes. Auch Bernsteinkolophonium wird zum Firniss benutzt. M.

Bernsteinharz s. Bernsteinkolophonium.

Bernsteinharz, flüchtiges, auch Bernsteincampher genannt, erzeugt sich gegen Ende der Destillation des Bernsteinbitumen, wenn kein Oel sich mehr entwickelt, und setzt sich als gelblich krystallinischer Stoff im Retortenhalse ab. Durch Kochen mit Wasser und Behandlung mit Aether wird er gereinigt, ist dann schwerer als Wasser, flüchtig,

geruch- und geschmacklos, leicht löslich in ätherischen und fetten Oelen und schmilzt bei 100°. Vogel entdeckte dies Harz zuerst, Robiquet und Colin untersuchten es, und nach Reichenbach soll es Paranaphthalin sein.

Ann. de Chim. et de Phys. IV. p. 326.

M.

Bernsteinkolophonium, auch Bernsteinharz, ist der Rückstand von Bernstein, der in der Retorte bleibt, sobald bei seiner Destillation kein Oel mehr übergeht. Er wird benutzt zur Bereitung des Bernsteinfirnisses. Durch Destillation dieses Körpers erhält man nach Pelletier und Walter einen krystallisirten Stoff, das Succisterin, das mit Idralin identisch und von der Formel C_8H_8 sein soll.

Journ. f. prakt. Chem. XIV. 380.

M.

Bernsteinöl. Bei der Destillation des Bernsteins bildet sich ein braunes Oel, welches, rectificirt, hellgelb, und sehr unangenehm riechend ist. Es ist ein Gemenge verschiedener Verbindungen, und wird in der Pharmacie angewendet. Mit Salpetersäure gekocht giebt es den künstlichen Moschus. (s. diesen Art.)

M.

Bernsteinsäure, auch flüchtiges Bernsteinsalz genannt, findet sich im Bernstein, im Terpenthin und nach Bromeis (Ann. der Pharm. XXXV. p. 90.) auch in den Produkten der Einwirkung von Salpetersäure auf Oelsäure. Es ist entschieden, dass sie im Bernstein schon fertig gebildet vorkommt. Schon seit 1546 entdeckt, lernte man sie doch erst in neuerer Zeit reinigen, und zwar zuerst nach der Anweisung von Pott.

Man gewinnt die Säure durch trockene Destillation des Bernsteins, und in grösserer Menge, wenn man ihn vorher mit etwas Schwefelsäure röstet. Mit ihr zugleich geht ein brenzliches Oel über, von dem man sie vorläufig durch Auflösen in Wasser reinigen kann. Um sie chemisch rein zu bereiten, macht man das Kalisalz, welches man nach einer Digestion mit Thierkohle in Krystallen erhält. Durch Zusatz von salpetersaurem Bleioxyd gewinnt man das Bleisalz und aus diesem scheidet man mit Schwefelsäure die Bernsteinsäure ab.

Man erhält die Säure mit 1 At. Wasser krystallisirt in weissen vierseitigen Prismen. Diese haben ein spec. Gew. von 1,55, geben bei 140° $\frac{1}{2}$ At. Wasser ab und schmelzen bei 180°, sublimiren auch in feinen Spitzen, die das rückständige halbe Atom Wasser haben. Wasserfrei wird die Säure nur durch Destillation mit wasserfreier Phosphorsäure und zeigt sich nach dieser Destillation auflöslicher in Aether und Alkohol, aber unauflöslicher in Wasser.

Die bernsteinsäuren Salze sind theils krystallisirbar und auflöslich im Wasser, theils nur in einem Ueberschuss der Säure löslich. Bernsteinsäures Ammoniak und Natron wird als Reagens auf Eisenoxydsalze gebraucht; destillirter bernsteinsaurer Kalk giebt ein flüch-

tiges Produkt, das Succinon. Ihre Formel ist $\bar{S} = C_8H_8O_3$.

Ann. de Chim. XXI. p. 328. Schweigg. Journ. XXX. p. 118. Pogg. Ann. XII. p. 419. und VIII. p. 407. Buchner: Repert. der

Pharm. II. p. 295. 300. VII. p. 246. Pogg. Ann. XVIII. p. 161. Ann. de Chim. LVIII. p. 282. auch Pogg. Ann. XXXVI. p. 81. Ann. der Pharm. XXXV. p. 90. M.

Bernsteinsalz, flüchtiges, alter Name für Bernsteinsäure.

Bernsteinspiritus, eine saure Mengflüssigkeit, die bei der Destillation des Bernsteins mit der Säure und dem Brandöl übergeht. M.

Berthierine, ein in kleinen grünlich oder bläulich grauen Körnern unter Eisensteinen in der Champagne u. a. O. in Frankreich vorkommendes Mineral. Es ist magnetisch und besteht nach Berthier aus 12,4 Kieselsäure, 74,7 Eisenoxydul, 7,8 Thonerde, 5,1 Wasser. B.

Berthierit wurde ein von dem französischen Mineralogen Berthier bei Chazelles in der Auvergne entdecktes Mineral genannt, nach ihm bestehend aus 73,2 Schwefelantimon und 26,8 Schwefel-

eisen = Fe_2Sb_4 . Es ist dunkel stahlgrau, etwas bräunlich, hat eine blättrige Structur, Krystallsystem nicht bekannt. Berthier hat später noch zwei andere Fossilien untersucht, die aus denselben Bestandtheilen, aber in anderen Verhältnissen zusammengesetzt sind, und ebenfalls Berthierit heissen. Die eine von der Grube Martouret bei Chazelles enthält 84,3 Schwefelantimon und 15,7 Schwefeleisen

= Fe_2Sb_4 , ist stahlgrau und von parallelfasriger Structur; die andere von Anglar, Depart. de la Creuse, besteht aus 80,6 Schwefelantimon

und 19,4 Schwefeleisen = Fe_2Sb_4 , auch parallelfasrig, in's Bronzefarbene fallend. Ein diesem letzten Mineral ähnlich zusammengesetztes fand Breithaupt zu Bräunsdorf bei Freiberg, in welchem aber Eisen durch kleine Mengen von Mangan und Zink theilweise vertreten wird. (Rammelsberg in Pogg. Ann. XL. p. 153.) B.

Beryll (von $\beta\eta\rho\upsilon\lambda\lambda\omicron\varsigma$, womit die Alten einen meergrünen Edelstein bezeichneten), krystallisirt in regelmässigen sechsseitigen Säulen, mit gerader Endfläche oder Flächen einer sechsseitigen Pyramide; findet sich ausserdem derb, stängelig und in Körnern. Er ist nahe von Härte des Topases, stets härter als Bergkrystall. Beim Erwärmen wird er elektrisch, und schmilzt für sich vor dem Löthrohr selbst an den Kanten nur schwierig. Spec Gew. 2,6—2,73. Er besteht aus $\frac{3}{4}$ kieselaurer Thonerde mit $\frac{1}{4}$ kieselaurer Beryllerde; $2\text{AlSi}_3 + \text{BeSi}_4$.

Man kann zwei Abarten unterscheiden. 1) Smaragd, von smaragdgrüner bis grünlich-weisser Farbe, theils in Körnern, theils in kurzen Säulen mit glatten Seitenflächen. Die Farbe rührt von etwas Chromoxyd her. Die meisten und schönsten Smaragde stammen aus dem Tunkathal in Peru, wo er in Drusenräumen des Hornblendeschiefers und Granits vorkommt. Eingewachsen in Glimmerschiefer findet man ihn

im Heubachthal im Salzburger Pinzgau, zu Katharinenburg, wo besonders grosse Krystalle, doch weniger durchsichtige als die peruanischen und oft von Sprüngen durchzogen, vorkommen, und in der Gegend von Koseir am rothen Meer. Den Alten war der Smaragd wohl bekannt, er wurde unter Trümmern zu Rom, Herculenum und Pompeji ausgegraben. Er kam damals aus Aegypten und Cailliaud giebt an die alten Smaragdgruben östlich von Thebais wieder gefunden zu haben. Den Alten galt der Smaragd als ein herzstärkendes, Keuschheit gebendes Mittel; auch gebrauchten sie ihn gegen Fieber, Durchfälle und Blutflüsse. Gegenwärtig ist der Smaragd einer der geschätztesten Edelsteine. 2) Beryll, ausser in Körnern, krystallisirt, aber die Säulenflächen sind längsgestreift. Die vorherrschende Färbung ist gelb oder blau und wird von Eisen hervorgebracht. Den durchsichtigen von grünlicher oder bläulicher Farbe nennt man Aquamarin oder edlen Beryll, und solcher kommt in ausgezeichnet grossen Krystallen an verschiedenen Orten in Sibirien vor, zu Miask, Beresow, Nertschinsk u. s. w. Körner von Aquamarin in Brasilien im Sande. Er dient als Schmuckstein. Der missfarbige und undurchsichtige oder durchscheinende heisst gemeiner Beryll, ist von grünlicher, gelber oder blauer Farbe, und findet sich im Granit in vielen Ländern, so zu Langenbielau in Schlesien, Rabenstein bei Zwiesel, Limoges, Finbo bei Fahlun, in Sibirien und Nordamerika. Man gebraucht ihn zur Darstellung der Beryllerde in der Chemie. B.

Beryllerde, $\text{B}_e = 962,52$; in 100 Th.: 68,83 Beryllium, 31,17 Sauerstoff; ist das Oxyd des Berylliums und im Beryll enthalten, woher ihr Name. Bisweilen heisst sie auch Süsserde oder Glycin (von $\gamma\lambda\upsilon\kappa\iota\varsigma$ süß), wegen des süßen Geschmacks ihrer auflöselichen Salze. Sie wurde 1797 von Vauquelin entdeckt.

Darstellung. Beryll, welcher aus kieselaurer Thonerde und kieselaurer Beryllerde besteht, und 13 pCt. Beryllerde enthält, wird fein geschlämmt, mit 3 Th. kohlenaurer Kali geschmolzen und die Masse dann mit Salzsäure übergossen, wodurch die Kieselsäure, welche sich in der Hitze unter Austreibung der Kohlenäure mit Kali verbunden hatte, von diesem wieder getrennt und ausgeschieden wird. Die Auflösung der salzsauren Basen, Kali, Thonerde, Beryllerde, wird mit Ammoniak versetzt, welches die Thonerde und Beryllerde niederschlägt, worauf man den Niederschlag mit kohlenaurer Ammoniak digerirt, welches die Beryllerde auflöst. Kocht man diese Auflösung, so entweicht das kohlenaurer Ammoniak, und die kohlenaurer Beryllerde fällt nieder. Sie wird getrocknet und schwach geglüht, wodurch die Kohlenäure ausgetrieben wird.

Eigenschaften. Beryllerde ist weiss, unsmelzbar, unlöslich in Wasser und Ammoniak, aber löslich in Kali, Natron und kohlenaurer Ammoniak; durch ihre Löslichkeit in letzterem unterscheidet sie sich von der Thonerde. Spec. Gew. 2,97. Aus den auflöselichen Salzen fällt Ammoniak ein Hydrat mit wahrscheinlich 9 At. Wasser. Die auflöselichen Salze haben einen süßen zusammenziehenden Geschmack, mit Schwefelsäure und Kali giebt die Beryllerde keine alauähnliche Verbindung wie die Thonerde. In Verbindung mit Kieselsäure kommt sie in mehreren seltenen Mineralien vor, nämlich im

Beryll, Phenakit, Euklas und Helvin. Mit Thonerde bildet sie den Chrysoberyll. Ein einfaches Verfahren, Beryllerde von Thonerde zu trennen, giebt C. G. Gmelin in Pogg. Ann. L. 175. B.

Beryllium, $Be = 331,261$, auch Glycium bisweilen genannt, und dann mit *G* bezeichnet, (vergl. Beryllerde) wurde 1828 von Wöhler zuerst dargestellt. Chlorberyllium wird schichtweise in einen Platintiegel mit plattgedrückten Kaliumkügelchen gelegt, und über einer Spirituslampe erwärmt. Die Verbindung des Chlors mit Kalium geht plötzlich vor sich, man wäscht das entstandene Chlorkalium aus, und Beryllium bleibt als ein graubraunes Pulver zurück. Es ist schwer schmelzbar, in Luft und Wasser bei gewöhnlicher Temperatur unveränderlich, und nimmt unter dem Polirstahl schwachen Metallglanz an. In verdünnten Säuren und festen Alkalien löst es sich unter Wasserstoffentwicklung auf, und verbrennt, wenn es bis zum Glühen erhitzt wird, mit lebhaftem Glanz zu Beryll. Mit Schwefel und Phosphor verbindet sich Beryllium direkt. B.

Berzelit, ein zu Ehren des Schwedischen Chemikers Berzelius gebildeter Name, gleichbedeutend mit Petalit. B.

Beschickung. Wenn Erze verschmolzen werden, so ist darauf zu sehen, dass sie leicht schmelzen, und von dem zu gewinnenden Metall möglichst wenig in die Schlacken gehe. Man setzt deshalb zu den Erzen noch solche Substanzen (Flüsse, Zuschläge), welche zur Erreichung jenes Zweckes beitragen. Ein solches Gemisch von Erz und Flussmitteln heisst Beschickung. B.

Betulin, Birkencampher. $C_{10}H_{16}O_2 = 81,41 C; 10,92 H;$
7,97 O. Atgew. 3769,22.

Von Lowitz 1788 in der Birkenrinde entdeckt, (Crel's Ann. 1788. II. 312.), von John näher untersucht (Chem. Schrift. V. 93.), von Hünefeld zuerst rein dargestellt (Journ. f. prakt. Chem. VII. 53.) und von Hess analysirt. (Journ. f. prakt. Chem. XVI. 161.)

Darstellung. Die Rinde von *Betula alba* wird bis zur Zersetzung erhitzt, wobei eine wollige, ungemein leichte Vegetation von Betulin sich auf derselben absetzt. Auch kann die Rinde mit Weingeist ausgezogen werden; beim Abdampfen bleibt das Betulin in kleinen Krystallen zurück.

Eigenschaften. Krystallisirt in kleinen Spiessen, zeigt bei Erwärmen einen aromatischen Geruch, schmilzt bei höherer Temperatur, brennt mit weisser Flamme und lässt sich wahrscheinlich unzersetzt sublimiren. In Wasser unlöslich, wird von Alkohol und Essigsäure schwierig aufgelöst, leicht von Aether, Terpentinöl und Mandelöl. Alkalien lösen es nicht, aber Schwefelsäure, von der es Wasser unverändert abscheidet. (?) Es muss betrachtet werden als ein Hydrat von $C_{10}H_{14} + O_2$ oder $8(C_8H_8) + O_2 + H_2O$. Vergl. Art. Harze. M.

Beudantit wurde von Levy zum Andenken an den französischen Mineralogen Beudant ein in Rhomboëdern von $92^\circ 30'$ kry-

stallisirendes, pechschwarzes, in dünnen Splintern durchscheinendes Mineral genannt, welches Fettglanz und blättrige Structur parallel der geraden Endfläche besitzt. Seine Härte liegt zwischen Flussspath und Apatit. Es besteht nach Wollaston's vorläufiger Untersuchung aus Bleioxyd und Eisenoxyd; kommt zu Horhausen in Nassau vor. (Pogg. Ann. VI. 499.) — Was Monticelli Beudantit nennt, ist Nephelin. B.

Beugung. Da das Licht, so lange es sich in einem und demselben homogenen Mittel bewegt, geradlinig sich fortpflanzt, so sollte man meinen, dass jeder undurchsichtige Körper, der den Strahlen eines lichtsussendenden Punktes ausgesetzt wird, einen scharf begrenzten Schatten werfen müsse, dessen Grenzen von den Richtungen gebildet werden, die, vom leuchtenden Punkte ausgehend, den schattengebenden Körper berühren. In der That entstehen aber in der Gegend, wo diese Grenzen hinfallen sollten, dunkle oder helle Streifen, wenn das Licht homogen (einfachfarbig) ist, abwechselnd von verschiedenfarbigem Licht erhellte Streifen, wenn das Licht weiss oder gemischtfarbig ist. Das Licht, welches diese Streifen bildet, nennt man gebeugtes Licht, und die dadurch hervorgerufenen Erscheinungen Beugungserscheinungen.

Die Ursache der Beugung lässt sich im Sinne der Undulationstheorie folgendermaassen anschaulich machen:

Denken wir uns einen Lichtpunkt A isochron schwingend, also einfachfarbiges Licht verbreitend, so wird ein Aethertheilchen a , welches nicht unmittelbar an A grenzt, auch nicht von A unmittelbar in Bewegung gesetzt. Die Bewegung pflanzt sich vielmehr von Theilchen zu Theilchen zu ihm fort, so dass dem a Bewegung mitgetheilt wird 1) folgwiese durch die in der Verbindungslinie Aa (die wir Hauptstrahl nennen wollen) liegenden Theilchen, 2) folgwiese durch jede andere Reihe nicht in Aa liegender Theilchen. Sei b eines der Theilchen, welches nicht in Aa liegt, so kommt wiederum von b die Bewegung nach a 1) durch die in der Geraden ba liegenden, 2) durch die nicht in ba liegenden Theilchen. ba verhält sich dann in Bezug auf den ersten Theil der Bewegung wie ein eigener von b ausgehender Nebenstrahl. Man kann sich also vorstellen, dass nach jedem Punkt a ausser dem Hauptstrahl unendlich viel Nebenstrahlen gehen. Stellt sich nun der Lichtverbreitung ein Hemmniss, z. B. ein undurchsichtiger Körper, entgegen, so fallen alle diejenigen nach a gehenden Strahlen fort, welche ihre Richtung durch den letzteren hätten nehmen sollen. Ist kein Hinderniss vorhanden, so hat die Wirkung des Hauptstrahls das Uebergewicht. Denn nehmen wir an, das Licht brauche die Zeit t , um den Weg $Ab + ba$ zurückzulegen, so nimmt a in Folge der längs Ab sich fortpflanzenden Erschütterung zur Zeit τ diejenige Bewegung an, welche A zur Zeit $\tau - t$ hatte, und es giebt allemal ein nahe an b liegendes Theilchen b_1 , welches mit Ab und Aa in einer Ebene liegt, und überdiess so gelegen ist, dass $Ab = Ab_1$ und die Fortpflanzung auf dem Wege $Ab_1 + b_1a$ die Zeit $t + \frac{1}{2}\delta$ braucht, (wenn δ die Zeit einer ganzen Schwingung ist). Es erhält dann zur Zeit τ das Theilchen a zugleich die Bewegung, welche A zur Zeit $\tau - t$ und zur Zeit $\tau - (t + \frac{1}{2}\delta)$ hatte, also zwei

entgegengesetzte Bewegungen, die sich um so vollständiger vernichten, als die Intensitäten der beiden Bewegungen wegen des geringen Wegunterschiedes unmerklich von einander abweichen. Diess findet für jede Lage von b ausserhalb Aa statt, so dass nur die den Weg Aa nehmende Bewegung ganz ungeschwächt bleibt. Alle Punkte, die um die Länge Aa von A abstehen, verhalten sich demnächst auch wie a , und zeigen einerlei Lichtintensität. Wird dagegen ein Theil der Nebenstrahlen durch einen undurchsichtigen Körper aufgehalten, so ist das Licht in a stärker oder schwächer, als es ohne unterbrechendes Hemmniss sein würde, je nachdem die ausgefallenen Lichtschwingungen den bleibenden entgegenwirkten oder mit denselben zusammenwirkten.

Sei der Einfachheit wegen das Hemmniss ein Schirm mit einer Oeffnung $b_1 b_2$, die nicht mehr als zwei Strahlen, Ab_1 und Ab_2 , hindurchlässt. Alsdann lassen sich in jeder gegebenen Entfernung hinter dem Schirm neben einander liegende Punkte a_1, a_2, a_3, a_4 so auffinden, dass, wenn $Ab_1 + b_1 a_1$ und $Ab_2 + b_2 a_1$ um n Wellenlängen sich unterscheiden, $Ab_1 + b_1 a_2$ und $Ab_2 + b_2 a_2$ um $n + \frac{1}{2}$ Wellenlänge, $Ab_1 + b_1 a_3$ und $Ab_2 + b_2 a_3$ um $n + \frac{2}{2}$ Wellenlängen, $Ab_1 + b_1 a_4$ und $Ab_2 + b_2 a_4$ um $n + \frac{3}{2}$ Wellenlängen u. s. w. verschieden sei; so dass, wenn n eine ganze Zahl ist, a_2 und a_4 , in sofern die ihnen mitgetheilten Bewegungen einander entgegengesetzt sind, in Ruhe, also dunkel bleiben, während a_1 und a_3 wegen der vollkommenen Uebereinstimmung der ihnen mitgetheilten zwei Bewegungen ein Intensitätsmaximum zeigen. Zwischen diesen Punkten müssen dann die Uebergänge in die Zwischenstufen der Helligkeit allmählig sein. Man überzeugt sich leicht, dass auch eine ähnliche Abwechslung von Hell und Dunkel eintreten muss, wenn die Oeffnung mehr als zwei Strahlen hindurchlässt, wenn der Schirm mehr als eine Oeffnung hat, wenn das Hemmniss ein undurchsichtiger Faden ist. u. s. w.

Ist das Licht nicht homogen, so wird jede Farbe eine Folge von Helligkeits-Maximis und Minimis zeigen und in sofern diese Maxima und Minima bei den verschiedenen Farben auf verschiedene Orte fallen, jeder Ort in derjenigen Mischungsfarbe erscheinen, welche aus den Farben resultirt, die dort eine überwiegende Helligkeit haben.

Um diese Beugungserscheinungen zu beobachten, stellt man sich so hinter den Schirm, dass die Punkte a_1, a_2, a_3, \dots in der Sehweite liegen, es ändert sich daher die Erscheinung mit der Entfernung des Auges vom Schirm, indem immer andere und andere Punkte in die Sehweite zu liegen kommen. Noch deutlicher tritt die Erscheinung hervor, wenn man das Auge mit einer Loupe bewaffnet. Auch lässt sich die Beugungsfigur durch eine weisse Fläche auffangen, wie es Newton that, um die Entfernung der Maxima und Minima zu messen. Als Lichtpunkt bedient man sich des Sonnenbildes einer Linse von sehr kleiner Brennweite, die man in dem Laden eines dunklen Zimmers anbringt.

Diese Art der Beugungserscheinungen ist es, welche zuerst von Grimaldi beobachtet und von Fresnel besonders untersucht wurde. Die Hauptphänomene sind folgende:

1) Beugung durch die Kante eines dunklen Schirms. Die Beugungsfigur besteht aus Streifen, die einer durch die Kante

gehenden Ebene parallel sind, und um so enger an einander treten, je mehr man sich dem Schirm nähert, und zwar ist der Weg, den jede Stelle der Figur bei der Annäherung beschreibt, eine Hyperbel, deren Scheitel in der Kante liegt. Endlich verengen sich die Farbstreifen auch bei einerlei Distanz vom Schirm, wenn man den Lichtpunkt vom Schirm entfernt. Fresnel untersuchte in seiner Theorie (Man. sur la diffraction) die Intensität in der auf der Kante senkrechten durch den Lichtpunkt gehenden Ebene, berücksichtigte aber in dieser Ebene nicht sämtliche Nebenstrahlen, sondern (was hier einerlei ist) nur nach der durch die Kante gehenden Wellenflächen und von da zum betrachteten Punkt in gerader Richtung fortschreitenden Strahlen, mithin nur diejenigen Nebenstrahlen, die aus zwei geradlinigen Theilen bestehen, und von denen der erste dem Halbmesser jener Wellenfläche an Länge gleich ist. Er verfuhr dabei folgendermaassen: Ist a_1 ein Punkt, dessen Intensität bestimmt werden soll, b_1 der Punkt, in welchem Aa_1 jene Wellenfläche schneidet, geht ferner die Gerade $Aa_0 = Aa_1$ durch den Punkt b_0 der Kante (so dass diese Linie die Schattengrenze wäre, wenn keine Beugung stattfände) ist überdiess b_2 ein Punkt der Wellenfläche in der Ebene Ab_0b_1 , und setzt man den Bogen $b_1b_2 = z$, $Ab_0 = Ab_1 = Ab_2 = a$, $b_0a_0 = b_1a_1 = b$, und $b_2a_1 = f$, so geht unter andern nach a_1 der Hauptstrahl $Aa_1 = a + b$, und der Nebenstrahl $Ab_2 + b_2a_1 = a + f = a + \sqrt{(a+b)^2 + a^2 - 2a(a+b) \cos \frac{z}{a}}$, oder wenn der Bogen z klein genug ist, um z^2 vernachlässigen zu können,

$$= a + a + \sqrt{(a+b)^2 + a^2 - 2a(a+b) + \frac{(a+b)z^2}{a}} = a + b + \frac{a+b}{2ab} z^2.$$

Die Differenz der Wege beider Strahlen ist also

$$\frac{a+b}{2ab} z^2,$$

oder, wenn l die Wellenlänge ist, $\frac{a+b}{2abl} z^2$ Wellenlängen, wofür wir abkürzend cz^2 schreiben wollen.

Betrachtet man nun andere und andere Nebenstrahlen, so ändert sich in diesem Ausdruck nur das z , und die Lichtintensität in a_1 wird, als resultirend aus dem Zusammenwirken aller dieser Strahlen (s. Interferenz)

$$\left(\int J dx \cos 2\pi cz^2 \right)^2 + \left(\int J dx \sin 2\pi cz^2 \right)^2,$$

wenn J die Intensität der einzelnen Strahlen für den Fall, dass sie allein wirkten, bedeutet, und die Integrale von $z=0$ bis $z=\infty$ auf der einen Seite, und von $z=0$ bis $z=b_0b_1$ auf der andern Seite zu nehmen sind.

Auf weniger mühsamerem Wege als Fresnel hat Knochenhauer aus diesem Ausdruck die Oerter der Maxima und Minima bestimmt, indem er die beiden Glieder desselben nach Reihen integrierte und das Differenzial des Resultats $=0$ setzte. Es findet sich alsdann die Bedingung

$$\cos 2\pi cz^2 = -\sin 2\pi cz^2,$$

und demnach für die Maxima $2cz^2 = \frac{1}{2}, = \frac{1}{4}, = \frac{1}{9}, = \frac{1}{16}$ etc.

und für die Minima $2cz^2 = \frac{1}{4}, = \frac{1}{9}, = \frac{1}{16}, = \frac{1}{25}$ etc.

Aus den hieraus gezogenen Werthen von z findet sich sogleich der Abstand der Maxima und Minima von der Linie Aa_0 (der Grenze des sogenannten geometrischen Schattens), und mithin die Entfernung der Maxima und Minima unter sich. Es ist nämlich, da $a_0a_1 \cdot b_0b_1 = a + b : a$, die Entfernung a_0a_1 des Punktes a_1 vom geometrischen Schatten $\frac{a+bz}{a}$. Die Ausführung zeigt, übereinstimmend mit der Erfahrung,

dass die Maxima und Minima mit der Entfernung von Aa_0 immer näher an einander rücken, so dass die hellen und dunklen Streifen von einer bestimmten Entfernung ab nicht mehr unterschieden werden können. — Man nennt diese Streifen Fraesen oder Beugungsspektren. — Ist das ursprüngliche Licht weiss, so nimmt man als Grenzen der Spektren die Minima der mittleren (gelben) Strahlen.

2) Beugung durch eine enge Spalte. Die Figur besteht aus Streifen, die den Seiten der Spalte parallel sind, und die Intensität des Mittelstreifens variirt mit der Entfernung vom Schirm. Es leuchtet ein, dass man für die Intensität in diesem Fall auf dieselben zwei Integrale, die wir oben gefunden, kommen muss, nur dass die Grenzen andere werden. Nennt man nämlich die Punkte, in welchen die durch A und a_1 senkrecht gegen die Spaltenränder gelegte Ebene diese Ränder trifft, b_0b_0' , so wie $b_0b_1 = z_1$, $b_0'b_1 = z_1'$, so werden die Grenzen der Integrale z_1 und z_1' . Die Integration in Reihen giebt als Bedingungsgleichung für die Maxima und Minima ausser einer transcendenten Gleichung, die sich schwer behandeln lässt, die Verbindung der Gleichungen

$$\cos 2\pi c(z_1^2 - z_1'^2) = 1 \text{ und } \sin 2\pi c(z_1^2 - z_1'^2) = 0,$$

mag Aa_1 durch die Spalte gehen oder den Schirm schneiden, wenn man nur demgemäss die Zeichen von z_1 und z_1' ändert. Die letzten Gleichungen geben:

$$c(z_1^2 - z_1'^2) = 0, = 1, = 2, = 3, \text{ etc.}$$

Vergleicht man die Intensitäten der Mitte, wie sie sich bei allmählicher Entfernung vom Schirm zeigt, so findet man, dass dieselbe bei einer Spaltenbreite 2δ , ein Maximum erreicht für diejenigen Distanzen, in denen $2c\delta^2 = 0,75, = 2,75 = 4,75$ etc., ein Minimum, wenn $2c\delta^2 = 1,75, = 3,75, = 5,75$ etc. ist.

Ist O die Mitte der Beugungsfigur, und die Spaltenbreite $= 2\delta$, so ist $AO : a = Ob : z_1 \pm \delta$, so dass man, da $AO = a + b$, für die Entfernung der Maxima und Minima von der Mitte erhält:

$$Ob_1 = 0, = \frac{bl}{2\delta}, = \frac{2bl}{2\delta}, = \frac{3bl}{2\delta}, \text{ etc.}$$

3) Die durch schmale Körper entstehende Beugungsfigur ist der vorigen ähnlich, nur dass die Mitte stets, und zwar sehr intensiv hell ist.

Auch für diesen Fall bleibt das alte Integral gültig, nur dass die Grenzen andere werden.

4) *Beugung durch eine Kreisöffnung.* Die Erscheinung stimmt mit der einer Spaltöffnung überein, die den Rändern parallele Streifen werden also hier zu Kreisen, und die Intensität des Mittelstreifen, der hier zu einem Centralfleck wird, variirt mit der Entfernung vom Schirm. — Leicht findet man die Intensität der Mitte. Ist nämlich b_1 das Centrum der Oeffnung, so wird, wenn man den Winkel zwischen b, b_2 und einem festen Radius φ nennt, und den Halbmesser der Oeffnung durch r bezeichnet, die Intensität (in sofern das Kreiselement $zdzd\varphi$, und cz^2 wiederum der Wegunterschied ist,

$$\left(\iint \frac{A}{r^2\pi} z dz d\varphi \cos 2\pi cz^2\right)^2 + \left(\iint \frac{A}{r^2\pi} z dz d\varphi \sin 2\pi cz^2\right)^2,$$

wo von $\varphi=0$ bis $\varphi=2\pi$ und von $z=0$ bis $z=r$ zu integriren ist. Die Integration giebt sogleich

$$A^2 \left(\frac{1}{cr^2\pi}\right)^2 \sin^2 \pi cr^2,$$

also erreicht die Intensität ein Maximum in denjenigen Entfernungen b , bei welchen $cr^2 = \frac{1}{2}, = \frac{3}{2}, = \frac{5}{2}$ etc. und ein Minimum, wenn $cr^2 = 1, = 2, = 3$ etc. wird.

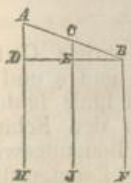
Die Bestimmung der Intensität ausserhalb der Mitte, und mithin die Auffindung der Grenzen der ringförmigen Spektra erfordert zu weitläufige Rechnungen, um dieselben hier aufzunehmen. Man vergleiche hierüber Fresnel a. a. O. und Knochenhauer: *Undulationstheorie.* Berlin. 1839. p. 44.

In den betrachteten Beugungsbildern ist jeder einzelne Punkt der Durchschnittspunkt solcher gebeugten Strahlen, die vom Schirm ab sich ungestört in gerader Linie fortbewegen. Es lassen sich aber auch dadurch Beugungsbilder erzeugen, dass man künstlich solche Strahlen in einzelnen Punkten vereinigt, die sich nicht schneiden würden, wenn man ihren Lauf nicht störte. Man darf nur die gebeugten Strahlen durch eine Linse auffangen. Ist die Linse eine convexe, so wird im Brennpunkt ein Beugungsbild entstehen, deren constituirende gebeugte Strahlen vor der Linse unter sich parallel waren; hinter dem Brennpunkt dagegen solche Bilder, die von gebeugten Strahlen herrühren, welche anfangs divergirten; vor dem Brennpunkt endlich würden sich Strahlen, die anfangs convergirten, vereinigen. Die letzte Art würde sich von den oben betrachteten nicht unterscheiden, da die Convergenz durch die Linse nur beschleunigt wird. Von den beiden ersten Arten ist die erste die einfachste, und lässt sich am leichtesten der Rechnung unterwerfen. Es sind diess diejenigen Erscheinungen, die von Fraunhofer zuerst sorgfältig beobachtet sind. Zur Betrachtung derselben wendet man am besten ein auf einen fernen Gegenstand eingestelltes Fernrohr an, damit das Objectiv die parallel auffallenden Beugungsstrahlen genau in seinem Focus vereinige. Da beim vorläufigen Parallelismus der gebeugten Strahlen die Stellung des Schirms gleichgültig ist, so schraubt man am bequemsten den Schirm vor das Objectiv. — Für den besonderen Fall, dass auch die auf den Schirm einfallenden Strahlen einander parallel sind, oder was dasselbe ist, dass der Lichtpunkt sehr weit vom Schirm absteht, wird die Rechnung sehr einfach, und gerade

dieser Fall ist der von Schwerd in seinen „Beugungserscheinungen“ behandelte.

Die wichtigsten der in diesem Werke erörterten Phänomene sind folgende:

1) Beugung durch eine schmale Spalte. Die Figur gleicht der entsprechenden der vorigen Beugungsart. Steht der Schirm schief zur Axe des Fernrohrs oder zu den Einfallsstrahlen, so werden die Spektra zu beiden Seiten der Mittellinie ungleich breit. Für den Fall, dass der Schirm senkrecht gegen die Richtung der Einfallsstrahlen steht, erhält man einen Ausdruck für die Intensität der Punkte im Beugungsbilde, wie folgt:



Sei AB ein auf die Spaltenränder senkrechter Durchschnitt der Oeffnung und $= \gamma$, ferner mögen BF, CJ, AH drei von denjenigen parallelen Strahlen sein, die wir durch das Objectiv vereinigen wollen, DB stehe senkrecht auf AH , $\angle ABD$ sey $= \alpha$, $CA = m$. Alsdann übertrifft der Weg des Strahls CJ den des Strahls BF um $CE = m \sin \alpha$, also um $\frac{m \sin \alpha}{l}$ Wellenlängen, und mithin ist, wenn A die Gesamtintensität aller Strahlen in AB ist, die Intensität unsrer Strahlen in DB :

$$J = \left(\int_0^{\gamma} A dm \cos \frac{2\pi m \sin \alpha}{l} \right)^2 + \left(\int_0^{\gamma} A dm \sin \frac{2\pi m \sin \alpha}{l} \right)^2,$$

wo die Integrale von $m = 0$ bis $m = \gamma$ zu nehmen sind. Dies giebt, wenn man $\pi \gamma \sin \alpha = z l$ setzt,

$$J = \left(\frac{A}{2z} \right)^2 \{ \sin^2 z + (1 - \cos 2z)^2 \} = A^2 \cdot \frac{1 - \cos 2z}{2z^2} = A^2 \left(\frac{\sin z}{z} \right)^2.$$

Die Intensität wird also am grössten für $\alpha = 0$ (nämlich $= A^2$), und es geht daher eine glänzende Linie durch die Mitte der Spalte. Ferner wird $J = 0$ für $\sin \alpha = \pm \frac{l}{\gamma}, = \pm \frac{2l}{\gamma}, = \pm \frac{3l}{\gamma}$ etc., und da, wenn die Fernrohraxe auf den Lichtpunkt gerichtet ist, der Vereinigungspunkt der unter dem Winkel α gebeugten Strahlen um nahe $f \sin \alpha$ von der Mitte entfernt ist (unter f die Brennweite des Objectivs verstanden), so werden zu beiden Seiten des hellen Mittelstreifs dunkle Streifen in den Entfernungen $\frac{f}{\gamma}, \frac{2f}{\gamma}, \frac{3f}{\gamma}$ etc. auftreten. — Die Gleichung $\frac{dJ}{d\alpha} = 0$ giebt für die Lage der Maxima

$$\text{tang} \frac{\pi \gamma \sin \alpha}{l} = \frac{\pi \gamma \sin \alpha}{l}.$$

Die Intensität dieser Maxima nimmt sehr rasch ab, wenn α wächst, und man wird daher die Spektra nur bis zu einem gewissen Punkte seitlich verfolgen können. Man sieht aus der Formel zugleich, dass die Spektra um so breiter werden müssen, je enger die Spalte ist und je grösser die Wellenlängen sind, so dass aus dem letzten Grunde bei weissem Einfallslight das Blau nach Innen, das Roth nach Aussen

zu liegen kommt. Die Mitte muss weiss erscheinen, weil dort alle Farben im Maximum sind.

Für die Beugung durch parallelogrammförmige, dreieckige und kreisförmige Oeffnungen hat Scherz Formeln entwickelt, welche die Erscheinungen mit grosser Treue darstellen, und welche er aus einer Formel ableitete, die er für die Erscheinung durch ein Paralleltrapez hinstellte, indem er im ersten Fall die Bedingung des Parallelismus des zweiten Seitenpaares hinzufügte, im zweiten Fall die Bedingung des Verschwindens der einen parallelen Seite hinzutreten liess, im dritten Falle die Kreisöffnung als ein Aggregat von Paralleltrapezen ansah, die durch ein System paralleler unendlich naher Linien entstehen. Hier mögen nur die Resultate ihre Stelle finden, und zwar für den Fall, dass der Schirm senkrecht gegen die Einfallstrahlen steht.

2) Beugung durch eine parallelogrammförmige Oeffnung. Sind a und b die Seiten des Parallelogramms, und φ beziehlich die Winkel, welche a und b mit derjenigen Linie bilden, in welcher die Wellenebene der gebeugten Strahlen den Schirm schneidet: so ist die Intensität, wenn wiederum α der Beugungswinkel und A die Gesamtintensität des Lichts in der Beugungsöffnung ist,

$$J = A^2 \left(\frac{\sin [\pi a \sin \varphi \sin \alpha l - 1]}{\pi a \sin \varphi \sin \alpha l - 1} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin [\pi b \sin \varphi \sin \alpha l - 1]}{\pi b \sin \varphi \sin \alpha l - 1} \right)^2.$$

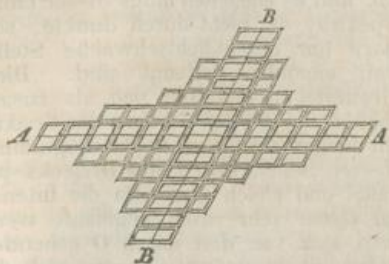
Es folgt hieraus, dass die Intensität am grössten ist für $\alpha = 0$, d. h. in der Mitte der Figur, und zwar für jeden Werth von l , so dass die Mitte in weissem Licht glänzend weiss erscheinen muss. — Um die Erscheinung weiter aus dieser Formel zu construiren, denke man sich das Fernrohr auf den Lichtpunkt gerichtet, vom Centrum des Objectivs O aus mit dem Radius 1 eine Kugel beschrieben, welche die



durch O gehende, dem Schirm parallele Ebene im Kreise $abab$ schneidet, ziehe $aa \perp a$, $bb \perp b$, und denke sich OS , parallel mit den unter dem Winkel α gebeugten Strahlen, die Kugelfläche in S treffend. Wird alsdann die Brennweite des Objectivs zur Einheit genommen, so ist S der im Brennpunkt des Oculars sich bildende Punkt des Beugungsbildes, welcher dem Winkel α entspricht. Zieht man ferner von s , der Projection des Punktes S auf $abab$, die Perpendikel ss_2 und ss_1 , beziehlich auf aa und bb , so überzeugt man sich sogleich, dass $Os_2 = \sin \varphi \sin \alpha$ und $Os_1 = \sin \varphi \sin \alpha$ ist. Man findet demnach die Projection der dunklen Stellen des Bildes, wenn man ss_2 und ss_1 , und mithin s so aufträgt, dass $J = 0$ wird. Es verschwindet aber J , wenn Os_2 ein ungerades Vielfaches von $\frac{l}{b}$ oder Os_1 , ein ungerades Vielfaches von $\frac{l}{a}$ ist; also in Linien, deren Projectionen senkrecht auf aa und bb stehen und unter sich

gleiche Entfernung haben, so dass sich Spektra von der Form von Parallelogrammen bilden, welche dem Oeffnungsparallelogramm ähnlich sind. Die Formel lehrt ferner, und die Erfahrung bestätigt es,

dass die Intensität der Spektra rasch mit der Entfernung von der Mitte abnimmt, dass jedoch diejenigen die hellsten bleiben, welche von einer der beiden durch O gehen den auf aa und bb senkrechten Linien (AA, BB) halbirt werden, so dass die Figur ähnlich der nachstehenden einem (im Allgemeinen schiefen) Kreuze gleicht.



3) Beugung durch eine dreieckige Oeffnung. Sind a, b, c die Seiten des Dreiecks und ϱ, φ, ξ resp. die Winkel, welche a, b, c mit derjenigen Linie bilden, in welcher die Wellenebene der gebeugten Strahlen den Schirm schneidet, so ist die Formel für die Intensität, wenn man abkürzend

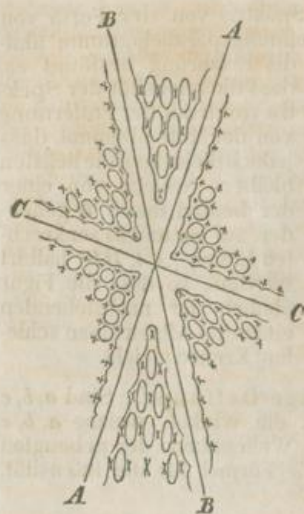
$$\pi a \sin \varrho \sin \alpha l^{-1} = a', \quad \pi b \sin \varphi \sin \alpha l^{-1} = b', \quad \text{und} \quad \pi c \sin \xi \sin \alpha l^{-1} = c'$$

setzt,

$$J = \left(\frac{A}{c'}\right)^2 \left\{ \left(\frac{\sin a'}{a'}\right)^2 + \left(\frac{\sin b'}{b'}\right)^2 - 2 \frac{\sin a' \sin b'}{a' b'} \cos c' \right\}$$

Da, wie man sieht, J für $\alpha = 0$ und zwar für jeden Werth von l sein absolutes Maximum A^2 erreicht, so ist die Mitte wiederum die hellste Stelle der Figur, und zwar weiss in weissem Lichte. Sind überdiess in der vorletzten Figur bei derselben Construction, wie sie oben angegeben worden, aa, bb, cc parallel den entsprechenden Dreiecksseiten, und ss_1, ss_2, ss_3 resp. senkrecht auf aa, bb, cc , so ist $ss_1 = \sin \varrho \sin \alpha$, $ss_2 = \sin \varphi \sin \alpha$, $ss_3 = \sin \xi \sin \alpha$, und die dunklen Stellen der Beugungsfigur entsprechen denjenigen Projectionen s , für welche eine oder mehrere der Grössen ss_1, ss_2, ss_3 den Ausdruck $J = 0$ machen. Es verschwindet aber J nur, wenn zwei der Grössen $\sin a', \sin b', \sin c'$ zugleich verschwinden, ohne dass a', b', c' selbst gleich Null werden (in diesem Ausnahmefall wird nämlich $J = A^2$). Da nun die Sinus von a', b', c' verschwinden, wenn resp. ss_1, ss_2, ss_3 ein Vielfaches von $\frac{l}{a}, \frac{l}{b}, \frac{l}{c}$ werden, so werden, wenn man auf $aa,$

bb, cc von O aus Längen von der Grösse $\frac{l}{a}, \frac{l}{b}, \frac{l}{c}$ aufträgt, und durch die Theilpunkte Perpendikel zieht, die Durchschnittspunkte dieser Projectionen die Projectionen dunkler Punkte. Es giebt also in der Figur keine dunklen Linien, sondern nur dunkle Punkte, deren Projectionen Endpunkte von Parallelogrammen sind, wie es beistehende Figur zeigt. Nur auf den durch O gehenden (auf aa, bb, cc senkrechten) Linien werden keine dunklen Punkte treffen, da in



ihnen nur eine der Grössen ss_1, ss_2, ss_3 verschwindet. Auf diesen Linien nimmt demnach die Intensität periodisch zu und ab, und es entstehen längs dieser Linien Spektra, die nicht durch dunkle, sondern nur durch lichtschwache Stellen von einander getrennt sind. Diese Grenzstellen erweisen sich als zusammenfallend mit den Grenzen der Spektra im Beugungsbilde eines Parallelogramms, dessen Seiten denen des Dreiecks parallel und gleich sind. Da die Intensität ferner sehr rasch abnimmt, wenn man sich von den durch O gehenden Perpendikeln entfernt, so zeigt sich die Figur als sechsstrahliger Stern, dessen Arme AA', BB', CC' senkrecht auf aa, bb, cc stehend durch O gehen, und die Spektra zwischen den dunklen Punkten in den Winkeln der Sternarme sind kaum wahrnehmbar.

4) Beugung durch eine Kreisöffnung. Die Figur besteht bei einfachem Licht aus hellen und dunklen Ringen mit heller Mitte, bei weissem Licht aus farbigen Ringen mit weisser Mitte. Bequemer als die von Schwed für diesen Fall abgeleitete Formel ist die von Knochenhauer (a. a. O.) direct entwickelte, nämlich (wenn r der Radius der Oeffnung ist und die anderen Bezeichnungen beibehalten werden) die Formel

$$J = A^2 \left\{ 1 - \frac{1}{1.2} \left(\frac{\pi r \sin \alpha}{l} \right)^2 + \frac{1}{(1.2)^2 3} \left(\frac{\pi r \sin \alpha}{l} \right)^4 - \frac{1}{(1.2.3)^2 4} \left(\frac{\pi r \sin \alpha}{l} \right)^6 + \dots \right\}^2,$$

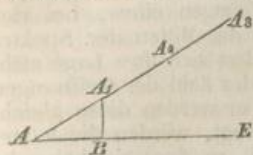
aus welcher man auf Näherungswege für die Minima der Intensität folgende Werthe von $\sin \alpha$ (welche nahe die Halbmesser der dunkeln Ringe vorstellen) erhält:

$$\frac{1.220l}{2r}, \frac{2.233l}{2r}, \frac{3.238l}{2r}, \frac{4.241l}{2r}, \frac{5.243l}{2r}, \frac{6.245l}{2r}.$$

Die Breite der Ringe nähert sich also in einiger Entfernung von der Mitte der Gleichheit.

5) Beugung durch eine Reihe gleicher, gleich weit von einander entfernter Oeffnungen. Das Beugungsbild zeigt dieselben Spektra, welche eine einzige der Oeffnungen für sich geben würde, und welche Fraunhofer Spektra erster Klasse nannte; nur haben sie eine um so grössere Lichtstärke, je grösser die Anzahl der Oeffnungen ist, und sind bei homogenem Licht von einer Reihe dunkler Linien unterbrochen, die senkrecht stehen auf der Richtung der Reihe. Die kleineren Spektra, in welche die Spektra erster Klasse durch diese Linien zertheilt werden, nannte Fraunhofer Spektra zweiter und dritter Klasse. Die Spektra der zweiten

Klasse erscheinen doppelt so breit als die der dritten und werden bei zunehmender Oeffnungszahl schmaler, ohne ihre Lage zu ändern. Die der dritten Klasse, welche zwischen denen der zweiten liegen werden um so zahlreicher, je grösser die Oeffnungszahl ist, und verschwinden wegen zu grosser Lichtschwäche, wenn diese Zahl eine bestimmte Grösse übersteigt. Sind nämlich A, A_1, A_2, A_3 die Mittelpunkte der Schirmöffnungen, ist ferner $AA_1 = A_1A_2 = A_2A_3 = e$ und AE eine Linie, in welcher der Schirm eine auf den gebeugten Strahlen senkrechte Ebene, (die Wellenebene der gebeugten Strahlen) schneidet, so ist,



wenn $A_1AE = \mu$ und A_1B senkrecht auf AE ist, $AB = e \sin \mu$, also $e \sin \mu \sin \alpha$ die Entfernung von A_1 bis zur Wellenebene der gebeugten Strahlen, d. h. der Weg, den die durch A_1 kommenden Strahlen mehr machen müssen, als die durch A kommenden; die entsprechende Grösse für die aus A_2, A_3 kommenden Strahlen ist dann $2e \sin \mu \sin \alpha, 3e \sin \mu \sin \alpha$, mithin bleibt jeder Strahl der einen Oeffnung gegen den entsprechenden der folgenden Oeffnung um $\frac{e \sin \mu \sin \alpha}{\lambda}$ Wellenlängen zurück, und demnach ist, wenn A^2 die Intensität sämmtlicher aus einer Oeffnung kommenden, unter dem Winkel α gebeugten Strahlen bedeutet, die Intensität der durch alle Oeffnungen unter dem Winkel α gebeugten Strahlen

$$J = S [A \cos [2\pi n e \sin \mu \sin \alpha t^{-1}]]^2 + S [A \sin [2\pi n e \sin \mu \sin \alpha t^{-1}]]^2,$$

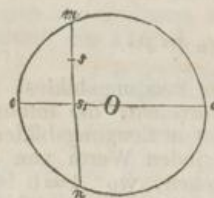
wo die Summenzeichen sich auf n , die Stellenzahl der Oeffnungen, beziehen. Die Summation giebt

$$J = (nA)^2 \left(\frac{\sin [n\pi e \sin \mu \sin \alpha t^{-1}]}{n \sin [\pi e \sin \mu \sin \alpha t^{-1}]} \right)^2 = (nA)^2 P^2.$$

Man sieht, dass an denjenigen Stellen des Beugungsbildes, in welchen P seinen grössten Werth (die Einheit) erreicht, die Intensität n^2 mal grösser als A^2 , d. h. als die Intensität in Beugungsbildern einer einzigen Oeffnung ist. Da überdiess für jeden Werth von P da dunkle Stellen, d. h. Spektargrenzen entstehen, wo $A = 0$ ist, also an denselben Stellen, an welchen solche bei einer einzigen Oeffnung liegen würden: so erklären sich die erwähnten Spektre erster Klasse. An allen übrigen Stellen innerhalb dieser Spektre, wo $P < 1$ ist, wird die Intensität verhältnissmässig schwächer, als bei einer einzigen Oeffnung, und es werden sich noch einige Stellen da zeigen, wo $P = 0$ wird. Diess giebt die Grenzen der Spektre dritter Klasse. Man sieht ferner, dass diese neuen Spektre nicht von der Form und Grösse der Oeffnungen, sondern nur von deren Zahl und Lage abhängen. Die intensivsten Stellen, deren Lichtstärke $n^2 A^2$ ist, und welche der Bedingung $P = 1$ entsprechen, bilden (falls sie nicht zufällig dahin fallen, wo $A = 0$ ist) die Mittelpunkte der Spektre zweiter Klasse, und treten (wie die Formel zeigt) da auf, wo der Grenzunterschied der aus zwei auf einander folgenden Oeffnungen dringenden Lichtbündel $e \sin \mu \sin \alpha t^{-1}$ eine ganze Zahl Wellenlängen beträgt. Zwischen diesen Mittelpunkten der Spektre fällt aber im Allgemeinen nicht eine einzige dunkle Stelle, sondern mehrere, nämlich

da, wo $ne \sin \mu \sin \alpha l^{-1}$ eine ganze Zahl Wellenlängen (die aber kein Vielfaches von n sein darf, weil sonst $P=1$ werden würde) beträgt, mithin entstehen $n-1$ dunkle Stellen zwischen je zwei Spektren zweiter Klasse, also $n-2$ Zwischenspektren (die Fraunhofer'schen Spektren dritter Klasse.) Es giebt folglich bei zwei Oeffnungen gar kein Spektrum dritter Klasse, bei drei Oeffnungen eines, bei vier Oeffnungen zwei u. s. w. Da nun die Orte der Mitten der Spektren zweiter Klasse von n unabhängig sind, so ändert sich ihre Lage nicht mit zunehmender Oeffnungszahl, und da mit der Zahl der Oeffnungen die Zahl der Spektren dritter Klasse zunimmt, so werden diese gleichzeitig schmaler. Wie man sich leicht überzeugt, werden die letzteren auch, je grösser n ist, desto schwächer, so dass sie bei sehr vielen Oeffnungen gar nicht mehr wahrgenommen werden, und breite dunkel scheinende Zwischenräume ihre Stelle vertreten. Bei weissem Licht fallen daher die Spektren zweiter Klasse der einen Farbe in die Zwischenräume deren der übrigen Farben, so dass die dunklen Fraunhofer'schen Linien in ihnen sich unterscheiden lassen. Deswegen nannte auch Fraunhofer diese (bei sehr vielen Oeffnungen hervortretenden) Spektren, welche jene Linien zeigen, vollkommene Spektren zweiter Klasse, zum Unterschied von den unvollkommenen dieser Klasse, welche bei wenig Oeffnungen auftreten, und weniger reine Farben zeigen.

Die Lage dieser Spektren giebt folgende Construction zu erkennen. Ist O wiederum der Mittelpunkt einer Kugel vom Radius 1, em ein dem Schirm paralleler grösster Kreis derselben, ee parallel der Verbindungslinie der Centra der Oeffnungen;



ist ferner s wiederum die Projection desjenigen Punktes, in welchem ein durch O gehender unter dem Winkel α gebeugter Strahl die Kugel trifft, und steht ss_1 senkrecht auf ee , so ist $Os_1 = \sin \mu \sin \alpha$. Ist nun für einen Werth von Os_1 , das obige $P=0$, so entspricht s einem dunklen Punkte, und da alle Projectionenpunkte der gebeugten Strahlen, welche in mn liegen, denselben Werth von Os_1 haben, so wird die ganze Gerade mn einer dunkeln Linie entsprechen.

Die Grenzen der Spektren zweiter und dritter Klasse sind also in den Projectionen stets geradlinig und stehen senkrecht auf der Richtung ee . Will man daher die Projection des Beugungsbildes construiren, so verzeichnet man nach den obigen Angaben die Projection des Beugungsbildes einer einzigen Oeffnung, zeichnet durch dessen Mitte die Linie ee (senkrecht auf die oben mit $AA_1 A_2 A_3$ bezeichnete Richtung), trägt von O aus Längen ab, welche $= \frac{i}{ne}$ sind, und errichtet Senkrechten in den Theilpunkten, mit Ausnahme des $nten$, $2nten$, $3nten$ etc. Die schmalen Räume entsprechen dann den Spektren dritter Klasse (da für $Os_1 = \frac{ml}{ne}$, $P=0$ wird), die doppelt so breiten, in deren Mitte der nte , $2nte$, $3nte$ etc. Theilpunkt fällt, den Spektren zweiter Klasse, wobei zu bemerken ist, dass das eine oder das an-

dere Spektrum wegfallen oder vielmehr in kleinere zerschnitten wird, wenn durch dasselbe die dunkle Grenze eines Spektrums erster Klasse hindurchgeht.

Hierher gehören nun die Erscheinungen, die man durch parallel aufgespannte feine Metallfäden (Drahtgitter), durch Glasscheiben, in welche feine enge Linien mit Diamant eingerissen sind (Glasgitter) etc. sieht.

6) Beugung durch gleich weit von einander entfernte Reihen äquidistanter gleicher Oeffnungen. Die Beugungsfiguren unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, dass ausser der betrachteten Spektrenreihe, welche sich zeigen würde, wenn nur eine einzige Reihe Oeffnungen vorhanden wäre, noch diejenigen Reihen Spektra zweiter und dritter Klasse auftreten, welche sichtbar wären, wenn nur die ersten Oeffnungen jener Reihe allein sichtbar wären. Beide Systeme von Spektren zweiter und dritter Klasse durchscheiden sich alsdann, so dass, wenn das eine System aus n , das zweite aus m Spektren besteht, mn Spektra hervortreten. Hierher gehören die Beugungsbilder zwei gekreuzter Drähte oder Glasgitter (sogenannte Kreuzgitter), welche man, durch Mousselin hindurchsehend, erblickt. etc.

Ueber die Erscheinungen, welche durch anders geordnete Oeffnungen gebildet werden, vergl. man Schwersch a. a. O., und es sey nur bemerkt, dass wie es für die Fälle Nr. 1—5 der Anblick der Formeln unmittelbar lehrt) die Spektra um so näher an einander treten, je kleiner die Wellenlängen sind und dass daher im weissen Licht, in welchem jedes Spektrum farbig erscheint, das blaue Ende der Mitte, das rothe dem Rande zugekehrt ist, und dass in einiger Entfernung von der Mitte z. B. das n te blaue Spektrum mit dem $n-1$ ten rothen zusammenfallen wird, so dass von da ab das schwächere Blau verschwindet, und die Spektra mit Grün empfangen.

Es wurde im Vorigen vorausgesetzt, dass die Axe des Fernrohrs auf den Lichtpunkt gerichtet ist, die Strahlen also senkrecht auf den Schirm einfallen. Es müsste also der Schirm eine unverrückte Lage haben, und das Fernrohr beweglich sein, wenn man die Beugungswinkel zur Vergleichung mit der Rechnung messen wollte. Es lehrt aber die Theorie, dass die Figur sich nicht ändert, mag das Licht senkrecht einfallen und unter dem Winkel α gebeugt werden, oder unter dem Winkel α einfallen und senkrecht gebeugt werden. Man darf daher den Schirm vor dem Fernrohr befestigt lassen, und das Beugungsbild als ein ausserhalb des Fernrohrs befindliches festes Object bei der Messung ansehen, das Fernrohr also mit dem Schirm bewegen.

Ausser den Grimaldischen und Fraunhofer'schen Beugungsbildern ist endlich noch eine dritte Art denkbar, nämlich solche Bilder, deren erzeugende Beugungsstrahlen sich nicht wirklich vor dem Auge, sondern erst auf der Netzhaut vereinigen. Um dieselben zu sehen, darf man den beugenden Schirm nur dicht vor das Auge halten, und den Lichtpunkt in irgend welche Entfernung vor den Schirm stellen. Die Bildpunkte auf der Netzhaut entsprechen dann solchen Strahlen, die vom Schirm ab so divergiren, als kämen sie aus der deutlichen Sehweite. Es ist klar, dass man sich hiezu einer Loupe bedienen kann, wenn man den Schirm innerhalb der Brennweite derselben aufstellt. Die Punkte des Bildes werden alsdann erzeugt von

denjenigen Strahlen, welche vom Schirm ab stärker als vorher divergirend, so in ihrer Divergenz durch die Loupe geschwächt werden, dass sie aus der Sehweite zu kommen scheinen. Will man solche Bilder vergrößert sehen, so bringt man den Schirm nahe vor das Objectiv eines zusammengesetzten Mikroskops. Im Brennpunkt des Objectivs vereinigen sich alsdann diejenigen Strahlen, welche vom Schirm so divergiren, als kämen sie aus derjenigen Entfernung, in welcher ein Object stehen muss, wenn dasselbe im Mikroskop scharf erkannt werden soll. Durch das Ocular wird alsdann das Beugungsbild vergrößert erscheinen. Auf dem letzten Wege stellte Knochenhauer, der auf diese Erscheinungen zuerst aufmerksam machte, diese Bilder dar. Es berechnete derselbe (Pogg. Ann. XLIII. p. 286.) die Intensität der Mitte desjenigen Bildes, welches eine einzige kleine Kreisöffnung in diesem Falle bietet. Die Rechnung ist ganz analog der von Fresnel für die Grimald'schen Bilder gegeben. Es mag daher hier nur erwähnt werden, dass die Resultate ganz mit denen des entsprechenden Falls für die Grimald'sche Beugung (p. 287.) übereinstimmt, wenn man das dortige b , nämlich die Entfernung zwischen dem Schirm und dem resp. Bildpunkt, welcher hier vor dem letzteren (d. h. vor dem Schirm) liegt, negativ nimmt.

R.

Bewegung, im Gegensatze des Gleichgewichtes und der Ruhe heisst die Ortsveränderung eines Körpers, sey es nun dass dieser eine fortschreitende Bewegung im Raume habe, oder dass er zwar im Ganzen an demselben Orte verharret, während die Theile desselben beständig ihre Stelle ändern, wie es bei der Drehung eines Rades um seine Axe der Fall ist. Wenn wir also die Gesetze der Bewegung betrachten wollen, so kommen dabei die Richtung, der durchlaufene Raum und die dazu gebrauchte Zeit, oder wenn wir die letzteren Begriffe verbinden, die Geschwindigkeit in Betrachtung und die Bestimmung dieser Elemente macht den wichtigsten Gegenstand der Dynamik d. h. der Lehre von der Bewegung aus.

Vergleichen wir die Bewegungen so wie wir sie unmittelbar beobachten, so zerfallen diese in wahre und scheinbare. Unter der wahren Bewegung verstehen wir diejenige, welche der Körper wirklich besitzt und diese ist diejenige, welche wir in der Mechanik bestimmen müssen, während die scheinbare diejenige ist, welche wir unmittelbar beobachten und diese kann sowohl in Betreff auf Richtung als Geschwindigkeit von der wahren abweichen, wie z. B. wenn wir uns selber bewegen und zugleich die Bahn eines entfernten Körpers so bestimmen, wie wir sie sehen, ohne auf unsere eigene Bewegung zugleich Rücksicht zu nehmen. Ein auffallendes Beispiel dieser Art liefern uns die verwickelten Bahnen der Planeten, wenn wir die Bewegung der Erde nicht berücksichtigen.

Man unterscheidet ferner die absolute und relative Bewegung und die Begriffe beider Körper hängen mit denen des absoluten und relativen Ortes eines Körpers zusammen. Obgleich verschiedene Mechaniker nicht ganz übereinstimmende Erklärungen des absoluten Raumes haben, so scheint es doch am zweckmässigsten zu sein, der absolute Ort sei derjenige, welcher ohne irgend eine Beziehung auf einen

anderen gedacht wird, und die absolute Bewegung ist also ein Verlassen dieses Ortes und ein Uebergang in einen anderen, während bei der relativen Bewegung der verlassene und auf's Neue erreichte, kaum auf einen dritten bezogen wird, und daher ist es möglich, dass ein Körper gegen andere in relativer Ruhe, und wieder gegen andere in relativer Bewegung seyn kann. So ist ein Mensch auf einem Schiffe dann wenn er sitzt, in relativer Ruhe gegen das Schiff, in relativer Bewegung zu den Gegenständen am Ufer; ginge er aber so schnell nach dem Hintertheile des Schiffes, als dieses vorwärts geht, so wäre er in relativer Bewegung zum Schiffe, aber in relativer Ruhe zum Ufer. Ganz etwas Aehnliches gilt von unserem Verhältnisse auf der Erde zu den übrigen Himmelskörpern.

Bei jeder Bewegung haben wir die Richtung derselben zu beachten. Sehen wir dabei zunächst nur auf den Schwerpunkt des Körpers, so kann dieser eine gerade oder krumme Linie beschreiben und man unterscheidet geradlinige und krummlinige Bewegung. Die letztere kann so mannigfaltig sein, als es krumme Linien giebt. Betrachten wir aber das ganze System des Körpers, so kann die Richtung der einzelnen Theile sehr von der des Schwerpunktes abweichen. Am einfachsten ist dieselbe, wenn alle Punkte nach Richtungen fortschreiten, welche mit der des Schwerpunktes parallel sind, wie es z. B. bei einem Kegel der Fall sein würde, den man sich selbst überlassen dergestalt fallen lässt, dass der Schwerpunkt im Anfange der Bewegung vertikal unter der Spitze liegt. In den meisten Fällen aber ändern die Theile ihre Lage und hier ist der einfachste Fall derjenige, wo alle Punkte sich um eine durch den Körper gedachte Axe drehen, wie es z. B. bei einem Cylinder der Fall ist, welcher auf dem Boden fortgerollt wird oder bei der Bewegung der Himmelskörper. Es kann bei dieser Drehungsbewegung sogar geschehen, dass der Schwerpunkt in Ruhe bleibt, während sich alle übrigen Punkte um eine durch denselben gehende Axe drehen, wie bei den Mühlrädern.

Verbinden wir den durchlaufenen Raum mit der Zeit zu dem Begriffe der Geschwindigkeit, so sind hier zwei Fälle möglich, die Bewegung ist entweder gleichförmig oder ungleichförmig. Unter der ersten verstehen wir eine solche, wo in gleichen, noch so kleinen Zeiten stets gleiche Räume durchlaufen werden. Bei den meisten von uns beobachteten Bewegungen dieser Art wird diese Bedingung in aller Strenge nicht erfüllt, denn betrachten wir z. B. den Zeiger einer gut gehenden Uhr, so beschreibt dieser zwar in einer gewissen Zeit stets denselben Bogen, aber das Fortrücken der einzelnen Zähne geschieht stossweise. Bei einer ungleichförmigen Bewegung legt der Körper in dem folgenden Zeittheile einen Weg zurück, welcher von dem im vorigen Zeittheile abweicht und nachdem derselbe grösser oder kleiner wird, nennt man die Bewegung beschleunigt oder verzögert; nimmt die Geschwindigkeit in jedem folgenden Zeittheilchen um dieselbe Grösse zu oder ab, so heisst sie gleichförmig beschleunigt oder verzögert. Beispiele dieser Art zeigen frei fallende oder vertikal in die Höhe geworfene Körper. Ein besonderer Fall ungleichförmiger Bewegung findet dann statt, wenn ein Körper den Zustand der Ruhe verlässt, eine Schnelligkeit erlangt, welche nach einiger Zeit ihr Ma-

ximum erreicht, dann wieder abnimmt und endlich verschwindet, worauf er seine Bewegung mit derselben Aenderung der Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung wieder anfängt. Eine solche oscillirende Bewegung zeigt sich bei dem Kolben einer Dampfmaschine, einem Pendel, einer in den Meridian zurückkehrenden Magnetnadel u. s. w.

Betrachten wir endlich die Kräfte, durch welche die Bewegungen hervorgebracht werden, so sind hier zwei Fälle zu unterscheiden. Die Kraft wirkt nämlich auf den Körper nur stossweise in einem einzigen Momente und in Folge desselben müsste er sich nach dem Gesetze der Trägheit geradlinig und gleichförmig fortbewegen; oder die Kraft wirkt in jedem Momente auf den Körper ein und ändert dadurch entweder seine Geschwindigkeit oder auch zugleich seine Richtung. Die erstere Klasse von Kräften heissen momentan wirkende, letztere stetig wirkende Kräfte.

Ein Punkt, über welchen in früheren Zeiten manche Streitigkeiten geführt wurden, betrifft die Grösse der Bewegung oder genauer der bewegenden Kraft. Da wir nämlich die Kräfte selbst nicht kennen, sondern nur aus ihren Wirkungen beurtheilen können, so sind wir nicht im Stande, ihre Grösse anders als nach den hervorgebrachten Wirkungen zu beurtheilen. Nehmen wir nun an, dass eine Kraft eine gegebene Masse mit einer gegebenen Geschwindigkeit in Bewegung setze, so ist offenbar die doppelte Kraft nöthig, wenn der doppelten Masse dieselbe Geschwindigkeit gegeben werden soll und allgemein wenn K und k die Kräfte, M und m die Massen bezeichnen, verhält sich bei unveränderter Geschwindigkeit $K:k = M:m$. Bleiben dagegen die Massen gleich, ändern sich aber die Geschwindigkeiten, so verhalten sich die zur Hervorbringung der letzteren nöthige Kräfte wie diese. Sind also K und k die Kräfte, V und v die Geschwindigkeiten, so verhält sich $K:k = V:v$. Stellen wir diese beiden Sätze zusammen, so verhalten sich die Kräfte wie die Produkte der Massen mit den Geschwindigkeiten, also

$$K:k = MV:vm$$

Setzen wir hier k , m und v gleich 1, so wird $K = MV$ und dieses Produkt der Masse mit der Geschwindigkeit dient als Maass der bewegenden Kraft. Aeltere Mathematiker glaubten andere Functionen der Geschwindigkeit annehmen zu müssen, namentlich wurde das Quadrat derselben als naturgemäss angesehen; genauere Untersuchungen haben jedoch die Richtigkeit des obigen Satzes gezeigt. Wenn wir nämlich Körper durch angehängte Gewichte in Bewegung setzen und dabei auf Reibung und andere Hindernisse der Bewegung Rücksicht nehmen, so wird die Geschwindigkeit so, wie dieser Satz sie angiebt. Ueberhaupt zeigen alle Bewegungen, wo mehrere Kräfte zugleich nach verschiedenen Richtungen wirken, die Wahrheit des Gesetzes und dadurch wird es möglich, das Parallelogramm der Kräfte, so wie es in der Statik erwiesen ist, auch auf die Bewegung anzuwenden, was nicht der Fall sein würde, wofern ein anderes Gesetz für die Grösse der Bewegung richtig wäre.

Die Gesetze der gleichförmigen Bewegung sind dem oben gegebenen Begriffe zufolge sehr einfach. Bewegt sich ein Körper in der

Zeiteinheit durch den Raum V , so ist der Raum s welchen er in der Zeit t durchläuft

$$s = Vt \text{ oder } V = \frac{s}{t}$$

Diese Grösse V , welche den Weg des Körpers in der Zeiteinheit, etwa einer Secunde angiebt, heisst die Geschwindigkeit und es ist dieselbe das constante Verhältniss zwischen dem durchlaufenen Raume und der dazu erforderlichen Zeit. Gehen wir von der Gleichung $V = \frac{s}{t}$ aus, so ergeben sich daraus mit Leichtigkeit die folgenden drei Sätze:

1) Wenn die Zeiten gleich sind, so verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die durchlaufenen Räume.

2) Wenn die Räume gleich sind, so verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Zeiten.

3) Die Geschwindigkeiten verhalten sich direct wie die durchlaufenen Räume und umgekehrt wie die Zeiten.

Dieselben einfachen Betrachtungen gelten auch für die scheinbare und relative Bewegung der Körper. Gesetzt, auf der Linie B_1E bewegten sich zwei Punkte nach derselben Richtung; B befinde sich im Punkte B , C dagegen im Punkte C und ihr Abstand im Anfange der Bewegung sei $BC = S_1$.

Beide fangen ihre Bewegung in demselben Momente an und es erhalte B die Geschwindigkeit V , für C sey diese V_1 . Nach der Zeit t befinde sich B in N , wo $BN = s = Vt$; nach derselben Zeit t befindet sich C in E , und es ist $BE = s_1 = S_1 + V_1t$ und es ist mithin der Abstand beider Körper

$$NE = BE - BN = s_1 - s = S_1 + (V_1 - V)t = K.$$

Wird die Zeit gesucht, wo beide Körper den gegebenen Abstand K haben, so ist

$$t = \frac{K - S_1}{V_1 - V}$$

Bewegt sich B schneller als C , so nähern sich beide Punkte immer mehr, endlich kommen sie zusammen, es wird also $K = 0$, was nach der Zeit

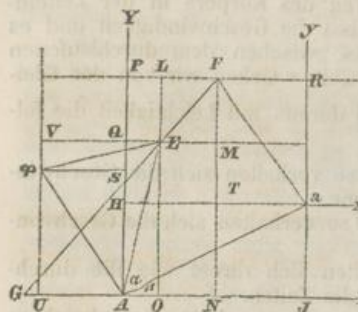
$$t = \frac{-S_1}{V_1 - V}$$

geschieht, eine Grösse, welche natürlich positiv wird, da $V_1 < V$ ist. Bewegt sich dagegen B langsamer als C , so wird der Abstand $K = S_1 + (V_1 - V)t$ desto grösser, je mehr t wächst; hätten dagegen beide Punkte sich schon früher bewegt als in dem Momente, von welchem aus wir t rechneten, so wären sie in einem Momente in demselben Punkte B_1 gewesen, welcher durch die Gleichung

$$t = \frac{-S_1}{V_1 - V}$$

bestimmt wird, wo t natürlich negativ sein muss, da $V_1 < V$ ist.

Verwickelter wird die Berechnung der gegenseitigen Lage zweier Punkte dann, wenn beide sich nach verschiedenen Richtungen bewegen; wir wollen jedoch hier nur den Fall betrachten, wo beide in derselben Ebene bleiben. Es sey A der Anfangspunkt der Bewegung



für A ; wir legen durch diesen Punkt zwei rechtwinklige Coordinatenaxen AX und AY . In E befinde sich ein zweiter Punkt, dessen Lage durch die Coordinaten QE und EO bestimmt wird. Der Punkt E und der Beobachter in A fangen ihre Bewegung zugleich mit verschiedenen Geschwindigkeiten an. Nach einer Zeit t habe der Punkt E den Weg EF durchlaufen, der Beobachter den Weg Aa und er sieht also in a den Punkt E nach der Richtung aF , welche bestimmt wird, wenn wir durch a die senkrechten,

den früheren parallelen Coordinaten aT und aR ziehen. Machen wir nun $AS = aR$, $\varphi S = aT$, so hat offenbar φ in Beziehung auf den Punkt A dieselbe Lage als F in Beziehung auf a und wenn der Beobachter also nicht wüsste, dass er selbst den Weg Aa zurückgelegt hätte, so würde er glauben, dass der Punkt sich von E nach φ bewegt hätte. Nun lässt sich nicht bloss diese gegenseitige Lage beider bestimmen, sondern es folgt zugleich, dass diese scheinbare Bewegung selbst gleichförmig erfolge.

Es sey $EA = a$ und $\angle EAX = \alpha$, so ist im Anfange der Bewegung $AQ = a \sin \alpha$ und $EQ = a \cos \alpha$. Es gebe ferner $\angle aAX = \beta$ die Richtung des Weges Aa , der Winkel $EGX = \gamma$ die Richtung des Weges von E an. Bewegt sich der Beobachter mit der Geschwindigkeit V , der Punkt E mit der Geschwindigkeit v , so sind nach der Zeit die durchlaufenen Wege $Aa = Vt$ und $EF = vt$. Für den Punkt a sind die beiden rechtwinkligen Coordinaten

$$aH = AJ = Vt \cos \beta \text{ und } aJ = AH = Vt \sin \beta.$$

Für den Punkt F werden diese Coordinaten

$$FN = FM + MN = vt \sin \gamma + a \sin \alpha$$

$$FP = FL + LP = vt \cos \gamma + a \cos \alpha$$

Beziehen wir die Lage des Punktes F auf a , so wird

$$FR = AJ - FP = Vt \cos \beta - vt \cos \gamma - a \cos \alpha$$

wir müssen hier jedoch erwägen, dass die Abscisse FR in Vergleich mit den von A aus gerechneten negativ wird, und wenn wir daher die Zeichen umkehren, so wird

$$FR = vt \cos \gamma + a \cos \alpha - Vt \cos \beta$$

Eben so wird

$$FT = FN - aJ = vt \sin \gamma + a \sin \alpha - Vt \sin \beta$$

und da $\varphi S = FR$, $AS = FT$, so geben diese beiden Coordinaten die Lage des Punktes gegen den Beobachter an, wofern dieser glaubte,

dass er sich nicht von A nach a bewegt habe. Die relative Bewegung von E lässt sich nun leicht durch die Aenderungen der Abstände von AX und AY angeben. Für den ersteren finden wir

$$\begin{aligned} AQ - FT &= a \sin \alpha - vt \sin \gamma - a \sin \alpha + Vt \sin \beta \\ &= t(V \sin \beta - v \sin \gamma) \end{aligned}$$

dagegen für den Abstand von AY

$$EQ - FR = t(V \cos \beta - v \cos \gamma)$$

Da hier V , v , β und γ constant sind, so wachsen beide im Verhältnisse der Zeit t , also gleichförmig; dieser Weg endlich ist gerade, denn in dem rechtwinkligen Dreiecke $EV\varphi$ verhält sich

$$EV : V\varphi = (V \cos \beta - v \cos \gamma) : (V \sin \beta - v \sin \gamma)$$

also bildet $E\varphi$ mit EV einen Winkel, dessen Tangente durch den Ausdruck $\frac{V \sin \beta - v \sin \gamma}{V \cos \beta - v \cos \gamma}$, also lauter constante Grössen bestimmt wird.

Wäre der Winkel $\beta = \gamma$, bewegten sich also beide nach parallelen Richtungen und $V = v$, so würde der Beobachter glauben, dass der Punkt unverrückt bleibe, wie es der Fall bei allen ruhenden Gegenständen auf der Oberfläche der Erde ist.

Wenn ein bewegter Körper von einer zweiten Kraft einen Stoss erhält, so werden Richtung oder Geschwindigkeit so verändert, wie es die Zusammensetzung der Kräfte erfordert. Am einfachsten ist der Fall, wo die Richtung des neuen Stosses mit der bereits vorhandenen Bewegung zusammenfällt. Hätte der Körper schon die Geschwindigkeit V und erhielte er nun einen Stoss, welcher ihn aus dem Zustande der Ruhe mit der Geschwindigkeit V_1 entfernen würde, so hätte er die totale Geschwindigkeit $V + V_1$, und wenn nach der Reihe neue Stösse einwirken, von denen jeder ihm resp. die Geschwindigkeiten V_2, V_3, \dots ertheilt, so würde diese $V + V_1 + V_2 + V_3, \dots$ sein. Wirken alle diese Kräfte nach derselben oder entgegengesetzten Richtungen, so wird seine Geschwindigkeit entweder beschleunigt oder verzögert.

Der einfachste Fall welcher sich hier darbietet, ist derjenige, wo die Bewegung gleichförmig beschleunigt oder verzögert wird, was dann der Fall ist, wenn die Kraft in jedem Momente mit derselben Intensität auf den Körper einwirkt. Stellen wir uns vor, dass die Einwirkung der Kraft nach gleichen sehr kleinen Zeitintervallen erfolge und denken wir uns, dass am Ende irgend einer Zeit t die Einwirkung der Kraft plötzlich aufhöre, so wird die Bewegung dem Gesetze der Trägheit zufolge gleichförmig sein und der Raum, welchen der Körper jetzt durchlaufen würde, giebt uns einen Begriff von der Geschwindigkeit desselben am Ende der Zeit t und diese Geschwindigkeit ist offenbar das Resultat aller vorhergegangenen Stösse. Hiernach ist also der Begriff der Geschwindigkeit bei der gleichförmig veränderten Bewegung etwas abweichend von dem bei den gleichförmigen. Im letzteren Falle wird sie durch den Raum angegeben, welchen der Körper wirklich durchläuft, im ersteren durch den Raum, welchen er durchlaufen würde, wofern die Einwirkung der

Kraft plötzlich aufhörte. Da dieses aber nicht immer der Fall ist, so stellen wir uns vor, dass die Einwirkung der Kraft in einem Zeitelemente ganz aufhörte. Bezeichnen wir dieses Zeitelement mit dt und durchläuft der Körper in demselben das Raumelement ds , so wird die Geschwindigkeit v

$$v = \frac{ds}{dt}$$

d. h. bei jeder veränderten Bewegung ist die Geschwindigkeit das Differentialverhältniss zwischen Raum und Zeit. Da der durchlaufene Raum eine Function der Zeit ist, so lässt sich die Geschwindigkeit auch dadurch ausdrücken. Setzen wir allgemein $s = ft$, so wird

$$v = \frac{df}{dt}$$

Um jedoch die Gesetze in diesem Falle vollständig kennen zu lernen, muss die Relation zwischen der Geschwindigkeit und der beschleunigenden Kraft bekannt sein. Sind nun F und f zwei Kräfte, die mittelst ihrer Impulsionen die Geschwindigkeiten V und v erzeugen und stellen wir uns vor, die Zeit sey in kleine Intervallen von der Grösse t getheilt, in deren jedem die Geschwindigkeiten V und v erzeugt werden, so sind offenbar die Geschwindigkeiten nach den Zeiten $t, 2t, 3t, \dots$ der Reihe nach V und $v, 2V$ und $ev, 3V$ und $3v, \dots, nV$ und nv . Da sich nun die Kräfte verhalten wie die von ihnen erzeugten Geschwindigkeiten, so erhalten wir

$$F : f = nV : nv,$$

oder wenn wir f und nv gleich t setzen,

$$F = nV$$

d. h. die constanten beschleunigenden Kräfte sind den Geschwindigkeiten proportional. Setzen wir nun die Zeitelemente unendlich klein, so ist klar, dass die Kraft φ dem Körper in jedem Zeitheilchen dt die Geschwindigkeit dv mittheilen wird, die während einer Zeiteinheit erzeugte Geschwindigkeit wird daher soviel mal dv enthalten, als die Kraft Impulsionen gegeben hat, d. h. sovielman als das Element dt in der Zeiteinheit enthalten ist. Es ist also

$$F = \frac{dv}{dt}$$

d. h. die beschleunigende Kraft ist gleich dem Quotienten des Differentiales der Geschwindigkeit durch das der Zeit. Multipliciren wir die beiden Gleichungen $vdt = ds$ und $\varphi dt = dv$ mit einander, so wird

$$vdv = \varphi ds.$$

Die entwickelten Gleichungen sind bei den meisten Untersuchungen über die Bewegung von der grössten Wichtigkeit und es werden daraus die meisten Umstände bei derselben mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit abgeleitet. Ist die Gleichung $s = ft$ gegeben, so kann daraus Geschwindigkeit und Kraft abgeleitet werden; häufiger jedoch kommt der Fall vor, wo die Kraft als Function der Zeit gegeben ist und man muss daraus Geschwindigkeit und die Gleichung $s = ft$ ableiten. Stets ist nämlich ein bestimmtes Verhältniss zwischen

den Grössen φ , v , s und t , oder doch ist dieses wenigstens zwischen zweien derselben vorhanden, und wenn dieses gegeben ist, so wird die Aufgabe charakterisirt. Verbindet man dann die beiden Gleichungen $ds = vdt$ und $dv = \varphi dt$, so erhält man daraus die nöthigen Relationen zwischen den übrigen Grössen.

Der einfachste Fall, welcher bei Untersuchungen der Art vorkommen kann, ist derjenige, wo die Kraft denselben Werth behält, wie es beim Falle der Körper aus geringen Höhen, stattfindet. (s. d. Art.) Häufig aber verändert die Kraft selbst ihren Werth, dieses ist z. B. der Fall bei Körpern, welche sich durch die Luft bewegen, wo der Widerstand im Verhältnisse mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst. Sollen Aufgaben dieser Art gelöst werden, so ist vor allen Dingen eine genaue Kenntniss von der Aenderung der Kraft nöthig; ist aber diese gegeben, so werden die Bedingungsgleichungen der Aufgabe sehr einfach.

Da wir die Geschwindigkeit in kleinen Zeittheilchen als gleichförmig ansehen, so bleibt die Gleichung $v = \frac{ds}{dt}$ in diesem Falle richtig.

Um die Kraft φ abzuschätzen, nehmen wir zur Vergleichung eine constante gleichförmig beschleunigende Kraft; in diesem Falle aber verhalten sich die von zwei verschiedenen Kräften in derselben Zeit hervorgebrachten Geschwindigkeiten wie die Kräfte. (s. Fall). Vergleichen wir aber eine gleichförmige beschleunigende Kraft mit einer ungleichförmig wirkenden, so ist die Zeit keinesweges gleichgültig, sondern wir dürfen nur ein unendlich kleines Zeitelement dt nehmen und während dessen die Kraft als constant ansehen. Bezeichnen wir daher mit p die Kraft, welcher dem Körper während einer Zeiteinheit die Geschwindigkeit $2g$ ertheilt, so ist $2gdt$ die Geschwindigkeit in der Zeit dt . Hatte der von einer veränderlichen Kraft φ angetriebene Körper nach der Zeit t die Geschwindigkeit v , so erlangt er in der Zeit dt einen Zuwachs dv und es verhält sich also

$$\varphi : p = dv : 2gdt \text{ oder } \varphi = \frac{p}{2g} \cdot \frac{dv}{dt}$$

Setzen wir $\frac{p}{2g} = 1$, so wird $\varphi = \frac{dv}{dt}$

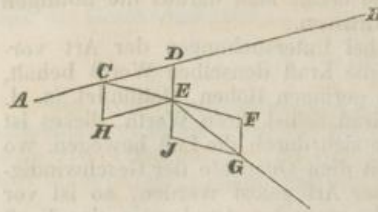
Setzen wir in dem Ausdrücke $v = \frac{ds}{dt}$ die Zeit als constant an und differentiren so wird $dv = \frac{d^2s}{dt^2}$, mithin wird

$$\varphi = \frac{d^2s}{dt^2}$$

Beispiele dieser Art bietet uns der Fall der Körper dar, wenn wir auf die Aenderung der Schwere oder den Widerstand der Luft Rücksicht nehmen.

Wenn auf einen Körper nach der Reihe verschiedene Kräfte einwirken, deren Richtung nicht mit seiner Bahn zusammenfällt, so wird er aus der letzteren nach dem Parallelogramme der Kräfte abgelenkt. Wirkt diese Kraft stetig nach parallelen Richtungen oder zieht sie den Körper stets gegen denselben Punkt, so ist die Bahn eine krumme

Linie, deren Beschaffenheit von dem Verhältnisse und der Richtung der wirksamen Kräfte abhängt. Um die Entstehung solcher Bahn zu begreifen, wollen wir uns vorstellen, ein Körper erhalte einen Stoss nach der Richtung AB und er durchlaufe in einem Zeittheilchen den Weg AC . Vermöge der Trägheit würde er im zweiten Zeittheilchen den Weg CD durchlaufen, aber im Anfange desselben erhält er von einer zweiten Kraft einen Stoss, welcher ihn in eben dieser Zeit durch den Raum CH treiben würde und so bewegt

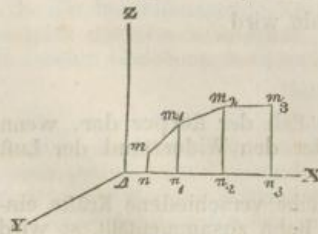


er sich nach der Diagonale CE des Parallelogramms $CDEH$ und würde im dritten Zeittheilchen den Weg $EF = CE$ durchlaufen, erhielte er nicht einen Stoss, in Folge dessen er während derselben Zeit durch den Raum EF getrieben würde, so dass er sich nun durch die Diagonale EG bewegt und er wird in der Richtung derselben mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortgehen, wofern nicht neue Kräfte auf ihn einwirken. Stellen wir uns vor, dass diese Einwirkung der Kräfte nach unendlich kleinen Zeiten erfolge, so verwandelt sich die gebrochene Linie $ACEG \dots$ in eine Curve; hörte die Einwirkung der Kräfte in irgend einem Punkte der Bahn auf, so würde der Körper sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit nach der Tangente desjenigen Punktes der Curve bewegen, wo er sich eben befindet. Dieses Streben des Körpers, sich nach dem Gesetze der Trägheit geradlinig fortzubewegen, wird gewöhnlich mit dem Namen Centrifugalkraft bezeichnet.

Für die Geschwindigkeit erhalten wir in jedem Punkte der Bahn den schon vorher entwickelten Ausdruck. Bezeichnet nämlich s die Seite des Polygons, welche von dem Körper in der Zeit t durchlaufen wird, so ist die Geschwindigkeit $v = \frac{s}{t}$ und gehen wir von dem Polygone zu der Curve über, so verwandeln sich s und t in ds und dt und es wird mithin $v = \frac{ds}{dt}$.

Um aber die Beschaffenheit der Curve zu übersehen, ist es zweckmässig, die Projection derselben auf drei rechtwinklige Coordinatenebenen zu betrachten. Es bekomme also der Körper in den Punkten $m, m_1, m_2 \dots$ jedesmal einen neuen Stoss, es seyen $v, v_1, v_2 \dots$ die Geschwindigkeiten welche er in den Seiten $mm_1, m_1m_2, m_2m_3 \dots$ des Polygons hat und eben so seyen $\delta, \delta_1, \delta_2 \dots$ die Zeiten, welche zum Durchlaufen der einzelnen Seiten nöthig sind. Offenbar ist hier

$mm_1 = v\delta, m_1m_2 = v_1\delta_1, m_2m_3 = v_2\delta_2 \dots$
da jede Seite gleichförmig durchlaufen wird und mithin ist



$$v\delta + v_1\delta_1 + v_2\delta_2 + \dots$$

der Perimeter des Polygons. Projiciren wir die einzelnen Seiten des Polygons auf die drei Coordinatenebenen und sind

$\alpha, \alpha_1, \alpha_2 \dots$ die Winkel der Richtungen mit der Axe der x ,

$\beta, \beta_1, \beta_2 \dots$ dieselben mit der Axe der y ,

$\gamma, \gamma_1, \gamma_2 \dots$ dieselben mit der Axe der z ,

so sind die Projectionen der Geschwindigkeiten

$v \cos \alpha, v_1 \cos \alpha_1, v_2 \cos \alpha_2 \dots$ auf die Axe der x ,

$v \cos \beta, v_1 \cos \beta_1, v_2 \cos \beta_2 \dots$ auf die Axe der y ,

$v \cos \gamma, v_1 \cos \gamma_1, v_2 \cos \gamma_2 \dots$ auf die Axe der z

und mithin wird

$$v\delta \cos \alpha + v_1\delta_1 \cos \alpha_1 + v_2\delta_2 \cos \alpha_2 + \dots$$

Die Projection des Umrisses auf die Axe der x und der Punkt beschreibt hier also das Polygon $nn_1n_2 \dots$. Auf eine ähnliche Weise lässt sich der Beweis für die übrigen Coordinatenebenen führen.

Zerlegen wir nun die wirksamen Kräfte nach den drei Axen und bezeichnen wir die drei Kräfte mit X, Y, Z , so würde er durch Einwirkung der Kraft X den Raum

$$v\delta \cos \alpha + v_1\delta_1 \cos \alpha_1 + v_2\delta_2 \cos \alpha_2 + \dots$$

durchlaufen, und ähnliche Gleichungen gelten auch für die Kräfte Y und Z . Diese Gleichung, welche mit der vorher gefundenen übereinstimmt, zeigt uns, dass wenn ein Punkt m sich im Raume bewegt, so wie eine Projection nach der Axe der x dieselbe ist, als ob die übrigen beiden Kräfte nicht vorhanden wären und eben dieses gilt von den Componenten nach den beiden anderen Richtungen und jeder Curve, so dass die Bewegung in einer solchen auf drei geradlinige reducirt wird.

Hat nun der Körper den kurzen Bogen ds durchlaufen, so können wir statt desselben seine drei Projectionen dx, dy und dz nehmen und mithin wird seine Geschwindigkeit nach diesen drei Richtungen respective

$$\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$$

und da die beschleunigenden Kräfte die Differentialverhältnisse der Geschwindigkeiten in Beziehung auf die Zeit sind, so wird

$$X = \frac{d^2x}{dt^2}, Y = \frac{d^2y}{dt^2}, Z = \frac{d^2z}{dt^2} \quad (1)$$

Sind nun die Grössen X, Y und Z nach den Bedingungen des Problems bekannt und liessen sich dieselben vollständig integriren, so lassen sich daraus x, y, z und t herleiten; eliminiren wir dann die Grösse t , so erhalten wir durch x, y und z die Bahn des Körpers. Die Geschwindigkeit lässt sich nun sehr leicht nach der Gleichung

$$v = \frac{ds}{dt}$$

bestimmen. Setzen wir für ds seinen aus der Geometrie bekannten Werth

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}, \text{ so wird}$$

$$v = \frac{1}{dt} \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2} \quad (2)$$

und wenn wir die Geschwindigkeiten nach den drei Coordinatenachsen nehmen, so wird

$$v \cos \alpha = \frac{dx}{dt}, \quad v \cos \beta = \frac{dy}{dt}, \quad v \cos \gamma = \frac{dz}{dt}.$$

In vielen Fällen lässt sich die Geschwindigkeit mit Vortheil auf eine andere Weise bestimmen. Multipliciren wir von den drei Gleichungen (1) die erste mit $2dx$, die zweite mit $2dy$ und die dritte mit $2dz$ und addiren sie dann zusammen, so wird

$$\frac{2dx \cdot dx^2 + 2dy \cdot dy^2 + 2dz \cdot dz^2}{dt^2} = 2(Xdx + Ydy + Zdz)$$

Da aber $2dx \cdot dx^2 = d \cdot dx^2$, so wird diese Gleichung

$$\frac{d(dx^2 + dy^2 + dz^2)}{dt^2} = 2(Xdx + Ydy + Zdz)$$

Sehen wir dt als constant an und nehmen ds^2 für $dx^2 + dy^2 + dz^2$, so wird

$$\frac{d \cdot ds^2}{dt^2} = 2(Xdx + Ydy + Zdz) \text{ oder}$$

$$\frac{ds^2}{dt^2} = v^2 = 2f(Xdx + Ydy + Zdz) + C. \quad (3)$$

wo die Constante C von der anfänglichen Geschwindigkeit des Körpers abhängt. Ist die Grösse $Xdx + Ydy + Zdz$ ein vollständiges Differential der drei Grössen x , y und z , so erhalten wir die Geschwindigkeit des Körpers in jedem Punkte seiner Bahn, wofern uns dieselbe in einem einzigen bekannt ist. Dann ist nämlich

$$v^2 = f(x, y, z) + C.$$

wo die Function f von der Beschaffenheit des Problems abhängt. Ist ferner V die Geschwindigkeit in einem Punkte, dessen Coordinaten durch a , b , c bestimmt werden, so wird

$$V^2 = f(a, b, c) + C$$

$$\text{folglich } v^2 - V^2 = f(x, y, z) - f(a, b, c)$$

Diese Gleichung zeigt das merkwürdige Resultat, dass die Quadrate der Geschwindigkeiten an zweien Punkten leicht gefunden werden, ohne dass uns die der Zwischenpunkte bekannt sind. Eine Anwendung dieser Formeln in den Artikeln Ballistik und Centralbewegung.

Der vorher erwähnte Ausdruck für $\frac{ds^2}{dt^2}$ lässt sich in einem Falle leicht integriren, nämlich wenn die Richtung der beschleunigenden Kräfte gegen einen festen Mittelpunkt geht und die Intensität dieser Kräfte eine Function des Abstandes zwischen diesem Mittelpunkte und

dem bewegten Körper ist. Es sind also M der bewegte Körper und C ein anziehender Punkt, den wir zugleich als Anfangspunkt der Coordinaten ansehen wollen. Setzen wir die Linie $CM = \lambda$ und bezeichnen die Winkel, welche dieser Radius Vector mit den drei Axen bildet, mit α , β und γ , und ist R die Resultirende, welche dieselben Winkel mit den Axen einschliesst, so ist

$$X = R \cos \alpha, \quad Y = R \cos \beta, \quad Z = R \cos \gamma$$

und mithin

$$\frac{X}{Y} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}, \quad \frac{Y}{Z} = \frac{\cos \beta}{\cos \gamma}, \quad \frac{Z}{X} = \frac{\cos \gamma}{\cos \alpha} \quad (4)$$

Sind nun x , y und z die Coordinaten des Punktes M , in welchem sich der bewegte Körper eben befindet, so wird

$$x = \lambda \cos \alpha, \quad y = \lambda \cos \beta, \quad z = \lambda \cos \gamma$$

$$\text{und } \frac{x}{y} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}, \quad \frac{y}{z} = \frac{\cos \beta}{\cos \gamma}, \quad \frac{z}{x} = \frac{\cos \gamma}{\cos \alpha}$$

und wenn wir diese drei Gleichungen mit den Gleichungen (4) combiniren, so wird

$$\begin{aligned} yX - xY &= 0 \\ zY - yZ &= 0 \\ xZ - zX &= 0 \end{aligned}$$

Setzen wir für X , Y und Z ihre durch die Gleichungen (4) gegebenen Werthe, so wird

$$\begin{aligned} z \frac{d^2x}{dt^2} - x \frac{d^2z}{dt^2} &= 0 \\ z \frac{d^2y}{dt^2} - y \frac{d^2z}{dt^2} &= 0 \\ z \frac{d^2z}{dt^2} - z \frac{d^2x}{dt^2} &= 0 \end{aligned}$$

Multiplirciren wir jede dieser Gleichungen mit dt und multipliciren alsdann, so gehen dieselben nach der Integration in die folgenden über:

$$\begin{aligned} ydx - xdy &= C_1 dt \\ zdy - ydz &= C_2 dt \\ xdz - zdx &= C_3 dt \end{aligned}$$

wo C , C_1 und C_2 die Constanten sind. Wird jede dieser Gleichungen mit derjenigen Coordinate multiplicirt, welche in ihr nicht vorkommt, also die erste mit z , die zweite mit x und die dritte mit y , so wird ihre Summe

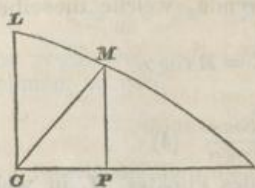
$$\begin{aligned} 0 &= (Cz + C_1x + C_2y)dt \\ \text{oder } 0 &= Cz + C_1x + C_2y \end{aligned}$$

Diese Gleichung gehört aber zu einer Ebene, welche durch den anziehenden und bewegten Punkt geht und dieser beschreibt also eine ebene Curve. Wenn wir daher das Problem auflösen wollen, so können wir Z und z gleich Null setzen. Wir behalten daher nur die Gleichung

$$ydx - xdy = Cdt$$

und diese giebt

$$\int (ydx - xdy) = Ct + C_1 \quad (6)$$



Ist nun ydx das Element einer ebenen Curve, so können wir annehmen, dass diese Fläche zwischen den Abscissen $x=0$ und $x=CP$ liege, daher ist

$$\int ydx = \text{Fläche } LCPM$$

Subtrahiren wir von dieser Fläche das Dreieck CPM , so wird

$$\begin{aligned} \text{Sector } LCM &= \text{Fläche } LCPM - \Delta CPM \\ &= \int ydx - \frac{1}{2}yx \end{aligned}$$

Nehmen wir die Differentiale, so ist

$$d \text{ Sect. } LCM = ydx - \frac{ydx + xdy}{2} = \frac{ydx - xdy}{2}$$

$$\text{also Sector } LCM = \frac{1}{2} \int (ydx - xdy)$$

mithin geht die Gleichung (6) über in

$$2 \text{ Sector } LCM = Ct + C_1$$

Nehmen wir die Zeit von dem Momente an, wo sich der Körper in L befindet, so wird $C_1 = 0$, und wir behalten

$$\text{Sector } LCM = \frac{1}{2} Ct = At$$

Wenn mithin ein Körper von einer Kraft getrieben wird, welche ihn beständig gegen einen festen Punkt zieht, so beschreiben die Radii vectores der Bahn Sektoren, welche sich verhalten wie die zum Durchlaufen der angeschlossenen Bogen erforderlichen Zeiten. Dieser Satz von der Proportionalität der Flächen und Zeiten wurde von Kepler aufgefunden, indem er die Bahnen der Himmelskörper untersuchte. (s. Centralbewegung).

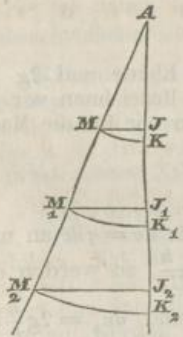
Die bisher entwickelten Gesetze zeigen die Beschaffenheit der Bewegung in der grössten Allgemeinheit und es kommt bei einer Anwendung auf die einzelnen Erscheinungen nur darauf an, jedesmal die nöthigen Bedingungen über die Beschaffenheit der Kräfte in die Gleichungen zu setzen. Viele der hierher gehörigen Aufgaben lassen sich oft auf eine einfache Weise durch einen Satz auflösen, welcher zuerst von d'Alembert in der grössten Allgemeinheit ausgesprochen wurde und welcher von ihm seinen Namen führet. Dieser Satz lautet:

Man denke sich ein System mit einander verbundener Körper, welche von irgend wie beschaffenen Kräften getrieben werden. Der Zusammenhang dieser Körper nöthigt einen jeden von ihm eine Bewegung anzunehmen, welche von derjenigen verschieden ist, die er angenommen haben würde, wofern er allein frei im Raume gewesen wäre; es wird nun offenbar ein Gleichgewicht erfolgen, wenn man neue Kräfte einführt, welche auf den Körper im entgegengesetzten Sinne seiner Bewegung wirken und diese aufzuheben im Stande

sind. In jedem Systeme müssen also die mitgetheilten und die wirklich stattfindenden aber entgegengesetzten Sinnes genommenen Grössen der Bewegung sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, wenn man auf die Natur des Systemes Rücksicht nimmt.

Dieser Satz ist im hohen Grade einfach, es würde in vielen Fällen sehr schwierig sein, die Bewegung eines Systemes zu bestimmen, von welchem kein einziger Punkt Grösse und Richtung der mitgetheilten Bewegung hat. So wie man indessen den Zusammenhang der Theile des Systemes, so wie das Gleichgewicht unter den eingepprägten und den wirklich stattfindenden, nur entgegengesetzten Sinnes genommenen Kräften durch Gleichungen ausdrückt, erhält man Ausdrücke, aus denen man die letzteren Kräfte und mithin die Bewegung jedes Körpers kennen lernt.

Wir wollen annehmen, es seyen verschiedene materielle Punkte M, M_1, M_2, \dots an einer unbiegsamen, geraden, nur um A drehbaren Linie befestigt ist, so würden diese Punkte durch Einwirkung der Schwere sämmtlich in derselben Zeit t gleiche Räume durchlaufen; aber jetzt beschreiben sie wegen ihrer Verbindung unter einander die Bögen $MK, M_1K_1, M_2K_2, \dots$ und die vertikalen Linien $KJ, K_1J_1, K_2J_2, \dots$ bezeichnen also die vertikalen Höhen um welche jeder dieser Punkte gefallen ist. Da diese Perpendikel den Bögen $MK, M_1K_1, M_2K_2, \dots$ und mithin den Halbmessern AM, AM_1, AM_2, \dots proportional sind, so durchläuft jeder dieser Punkte einen Raum, welcher desto kleiner ist, je näher er sich an A befindet, während bei vollkommen freier Bewegung jeder derselben dieselbe Geschwindigkeit gehabt hätte.



Es seyen v, v_1, v_2, v_3, \dots die Geschwindigkeiten, welche die Punkte im völlig freien Zustande erlangen würden, u, u_1, u_2, u_3, \dots die Grössen, welche sie wirklich erhalten, so können wir diese letzteren eine der Componenten von v, v_1, v_2, \dots ansehen, während die zweiten Componenten mit U, U_1, U_2, \dots bezeichnen. Dann gehen die Grössen der Bewegung $Mv, M_1v_1, M_2v_2, \dots$ im freien Zustande in die beiden Gruppen

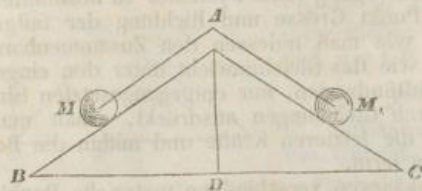
$$Mu, M_1u_1, M_2u_2, \dots$$

$$MU, M_1U_1, M_2U_2, \dots$$

über; da die Grösse der natürlich stattfindenden Bewegung nur durch die erstere Gruppe ausgedrückt wird, so ist klar, dass die Grössen MU, M_1U_1, \dots im Gleichgewicht stehen und dass diese Grössen der Bewegung sind, welche von den gewonnenen oder verlorenen Geschwindigkeiten herrühren. Dieser Satz, dass die Grössen der Bewegung, welche von den gewonnenen oder verlorenen Geschwindigkeiten herrühren, sich im Gleichgewicht halten würden, sofern sie allein wirkten, gilt ganz allgemein.

Da v die Resultirende von u und U ist, so müssen nothwendig auch die drei Grössen Mu, MU und $-Mv$ im Gleichgewicht stehen und eben dieses gilt von jeder dieser drei Kräfte. Da sich aber

die Grössen $MU, M_1U_1, M_2U_2, \dots$ selbst im Gleichgewicht halten, so folgt, dass zwischen den Grössen $Mv, M_1v_1, M_2v_2, \dots$ und $Mu, M_1u_1, M_2u_2, \dots$ ein Gleichgewicht vorhanden sein müsse, wenn die letzteren in einer Richtung genommen werden, welche der ihrer wirklichen Bewegung entgegengesetzt ist.



Um die Anwendung dieses Satzes in einem Beispiele zu zeigen, seyen AB und AC zwei schiefe Ebenen auf denen die beiden Körper M und M_1 sich befinden, welche an einer über eine Rolle geschlagenen Schnur befestigt sind.

Die Massen sind so beschaffen, dass kein Gleichgewicht entsteht, man soll die Geschwindigkeit derselben bestimmen.

Zerlegen wir die im Schwerpunkte einer jeden angebrachte Kraft der Schwere in zwei Componenten, von denen die eine auf der schiefen Ebene senkrecht steht, die andere aber mit der Richtung der Schnur zusammenfällt, welche wir der schiefen Ebene parallel annehmen und übersehen wir zugleich die Reibung und das Gewicht des Fadens, so erhalten wir für die Masse M die beschleunigende Kraft der Schwere nach der Richtung der schiefen Ebene

$$2g \sin ABD = 2g \frac{AD}{AB} = 2g \frac{h}{l}$$

wenn h die Höhe und l die Länge der schiefen Ebene und $2g$ die beschleunigende Kraft der Schwere bezeichnet. Bezeichnen wir die Länge der schiefen Ebene AC mit l_1 , so erhalten wir für die Masse M_1 den Ausdruck

$$2g \sin ACD = 2g \frac{AD}{AC} = 2g \frac{h}{l_1}$$

Wenden wir hier den früher entwickelten Satz $dv = \varphi dt$ an und nehmen für φ die beiden Ausdrücke $2g \frac{h}{l}$ und $2g \frac{h}{l_1}$, so werden die Ausdrücke für die Geschwindigkeit $dv = 2g \frac{h}{l} dt$ und $dv_1 = 2g \frac{h}{l_1} dt$. Mit diesen Geschwindigkeiten würde sich ein jeder Körper auf der schiefen Ebene nach unten bewegen, würde diese Bewegung nicht von dem anderen abgeändert.

Da nun die von den Körpern verlorenen Geschwindigkeiten gleich sind den ursprünglichen Geschwindigkeiten weniger denen, welche sie wirklich haben, so sind die ersteren

$$\frac{2gh}{l} dt - dv \text{ für } M$$

$$\frac{2gh}{l_1} dt - dv_1 \text{ für } M_1$$

Die Grössen der Bewegung, welche diesen Geschwindigkeiten entsprechen, müssen nach dem Princip von d'Alembert ein Gleich-

gewicht erzeugen und da diese Geschwindigkeiten in entgegengesetzten Richtungen wirken, so wird

$$M\left(\frac{2gh}{l}dt - dv\right) = M_1\left(\frac{2gh}{l_1}dt - dv_1\right).$$

Da nun aber nothwendig $v = -v_1$, also $dv = -dv_1$ ist, so wird

$$dv = \frac{M - M_1}{M + M_1} \frac{2gh}{l} dt$$

$$\text{also } v = \frac{Mh_1 - M_1h}{l_1(M + M_1)} 2gt + C$$

wo die Constante $C = c$ wird, wenn die Körper ihre Bewegung vom Zustande der Ruhe anfangen. (Nach Poisson). K.

Bibenzamid auch Benzimid genannt. Bildet sich durch sehr lange Einwirkung von rohem Bittermandelöl auf Wasser (Loewig); Laurent stellt es dar durch Destillation des Bittermandelöles mit Wasser. Dabei bildet sich eine harzige Substanz, aus Bittermandelöl, Benzoin und Bibenzamid bestehend; durch Umkrystallisiren in kochendem Weingeist wird das Benzamid in kleinen weissen Nadeln erhalten. Es schmilzt in der Hitze und kann sublimirt werden. Bei 167° erstarrt die geschmolzene Masse zu strahligen kleinen Warzen; durch rauchende Schwefelsäure wird es indigblau gefärbt. Es besteht aus $C_{11}H_{11}NO_2$; nach Laurent aus Benzoyl + Imid $C_{11}H_{10}O_2 + NH$, wahrscheinlicher ist $C_{22}H_{22}O_4 + N_2H_4$. Pogg. Ann. XXXVI. 498. M.

Bibromisatin. Wenn man den mit Brom behandelten Indigo auskocht, so wird ein Gemenge von Bromisatin und Bibromisatin aufgelöst, und letzteres in grösserer Quantität. Es gleicht dem Bichlorisatin (s. d. Art.) und ist zusammengesetzt: $C_{16}H_6N_2Br_4O_4$. Journ. f. prakt. Chem. XIX. p. 321—362. XXIV. p. 8. M.

Bibromisatinsäure. Bibromisatin löst sich farbig in Kali auf, wird aber schnell farblos und hat dann bibromisatinsaures Kali gebildet, das in hellgelb glänzenden Nadeln anschießt. Die Formel des Salzes ist: $C_{16}H_6N_2Br_4O_4 + KO$. — Mit Salzsäure zersetzt, liefert das Salz die in Wasser lösliche Säure, die jedoch nicht trocken erhalten werden kann. Journ. f. prakt. Chem. XIX. p. 321—362. XXIV. p. 8. M.

Bichlorisatin, eine Verbindung, die aus der von Chlorisatin befreiten alkoholischen Lösung von gechlortem Indigo krystallisirt. Durch wiederholtes Umkrystallisiren in Alkohol erhält man es rein. Vom Chlorisatin ist es nur durch grössere Löslichkeit und durch Elementaranalyse zu unterscheiden. Die Formel ist: $C_{16}H_6N_2Cl_4O_4$. Journ. f. prakt. Chem. XIX. p. 321—362. XXIV. p. 8. M.

Bichlorisatinsäure. In diese Säure verwandelt sich das Bichlorisatin durch Behandlung mit Kali. Fällt man das Kali durch Mineralsäuren, so erhält man die Säure als gelben Niederschlag, der leicht löslich ist und unter der Luftpumpe getrocknet werden kann

Die perlmutterglänzenden Krystalle enthalten 2 At. Wasser. Die Formel des wasserfreien Salzes ist: $C_{16}H_8N_2Cl_4O_8 + KO$. Journ. f. prakt. Chem. XIX. p. 321—362. XXIV. p. 9. M.

Bicarburet of hydrogen. Nach Faraday's Angabe eine der Flüssigkeiten, welche die durch Compression des Leuchtgases erhaltene Flüssigkeit constituiren. Dieser Stoff wurde durch Destillation daraus gewonnen, kochte bei 85° und erstarrte bei -48° . Thénard nennt denselben Stoff quadricarbure d'hydrogène, Couërbe nennt ihn sexcarbyre trihydrique. Journ. f. prakt. Chem. XVIII. 166. M.

Bienenwachs s. Wachs.

Bier, ein meistens aus Getreide durch geistige Gährung bereitetes Getränk, dessen Darstellung eine grosse Ausdehnung gewonnen hat. Das erste Verfahren ist Malzen; man lässt das Getreide in einem hölzernen Bottich einweichen oder aufquellen, bringt es dann in einen Keller, wo es unter öfterem Umschaukeln liegen bleibt bis es Keime bekommen hat. Ist es gekeimt, so wird es aus dem feuchten Keller auf trockne Böden, Schmelchböden, gebracht und getrocknet (Luftmalz), darauf auf die Darre geschüttet, damit es völlig trocken und der Keim ertödtet werde. Das trockne Malz wird wieder etwas angefeuchtet und dann auf der Mühle geschrotet. Das geschrotete Malz wird eingeteigt und eingemaischt. Zum Einteigen darf man nur schwach warmes Wasser anwenden; das heisse Wasser zum Ausziehen der Würze nachher nur allmählig zusetzen. Die gewonnene Würze enthält Zucker, Dextrin, Kleber, Diastas und Stärkemehl. Diese wird dann im Braukessel gekocht, um sie zu concentriren, das Stärkemehl durch Diastas in Stärkezucker zu verwandeln, Eiweiss zu coaguliren und durch den Gerbstoff des Hopfens niederzuschlagen, und den Hopfen selbst zu extrahiren. Nach dem Kochen wird die Würze abgelassen und in grossen hölzernen Kübeln gekühlt, darnach mit Hefen zur Gährung gestellt, was bei leichten Bieren in den Fässern selbst geschehen kann.

Die fertigen Biere unterscheidet man je nach Stärke, Schwere und die Lokalität der Brauereien, weil diese einen grossen Einfluss ausübt. Was die Bestandtheile des Bieres anbetrifft, so hat zur Auffindung derselben Fuchs ein gutes Verfahren angegeben. (Dingler's polyt. Journ. LXII. 302. Journ. f. prakt. Chem. IX. 401.

Litteratur des Bierbrauens s. Schubarth's technische Chemie. III. p. 589. M.

Bifilarmagnetometer. Dies von Gauss erfundene Instrument dient vorzugsweise dazu, die Variationen der Intensität des horizontalen Theils des Erdmagnetismus zu messen. Es besteht dem Wesentlichen nach aus einem Magnetstabe, der horizontal an zwei Fäden aufgehängt ist, dergestalt dass, wenn der Stab unmagnetisch wäre, die beiden Fäden mit der durch den Schwerpunkt des Stabes gehenden Vertikalen in einer Ebene liegen und die oberen sowohl als die unteren Befestigungspunkte der Fäden von dieser Vertikalen resp. gleich weit entfernt sind.

Theorie. Nennt man die Verbindungslinie der oberen Aufhängepunkte *A*, die Verbindungslinie der Endpunkte der Fäden *B*, die Richtung des magnetischen Meridians *C*, und die Richtung, welche die magnetische Axe des Magnetstabes in der Wirklichkeit annimmt *D*: so strebt die Richtkraft der Fäden, *B* mit *A* parallel zu stellen, und die horizontale Erdkraft, den Stab von *D* aus in die Richtung *C* zu treiben. Bezeichnet man ferner den Winkel zwischen *A* und *B* durch α , den Winkel zwischen *C* und *D* durch β ; das Drehungsmoment, welches die Richtkraft der Fäden dem Stabe bei einer Ablenkung $\alpha = 90^\circ$ mittheilt, durch *S*; das Drehungsmoment, welches die horizontale Erdkraft dem Stabe bei einer Ablenkung $\beta = 90^\circ$ mittheilt, durch *M*: so strebt die Richtkraft der Fäden den Stab mit der Kraft $S \sin \alpha$, die Erdkraft mit der Kraft $M \sin \beta$ zu bewegen, und man hat, insofern der Stab in *D* im Gleichgewicht ist, $S \sin \alpha = M \sin \beta$. Die Kenntniss der Werthe von α und β führt daher zur Kenntniss des Verhältnisses beider Kräfte (*S* und *M*), und ist überdiess die Richtkraft der Fäden in absolutem Maasse bekannt, so ist es auch die Intensität der horizontalen Erdkraft. Gauss empfiehlt den Versuch so einzurichten, dass β nahe 90° wird, weil einerseits dann α ein Maximum, und daher die Rechnung schärfer wird, andererseits weil dann die Variationen der Declination während der Versuche am wenigsten stören.

Einrichtung des Instruments. Die nähere Einrichtung und die Dimensionen, welche Gauss dem ersten Apparat dieser Art gegeben hat, sind folgende: Die beiden Fäden sind die 17' langen Enden eines Stahldrahtes, der über zwei cylindrische, oberhalb der Decke des Beobachtungssaales befestigte und etwa $1\frac{1}{2}$ " von einander entfernte Rollen geht. Diese Drähte hängen frei durch eine Oeffnung in der Decke herab und halten an ihren Enden eine horizontale in Viertel Grade getheilte Kreisscheibe von 4" Durchmesser. Die Verbindung der Drahtenden mit der Scheibe ist durch Schrauben vermittelt, in deren Gewinde die Fäden eingelegt sind, und die durch feststehende Muttern gehen, damit man die Scheibe durch deren Drehung beliebig heben und senken kann, ohne die Lage der Fäden zu verrücken. Ueberdiess lassen sich die Schrauben einander nähern und von einander entfernen um die Richtkraft der Fäden nach den Umständen zu vergrössern oder zu verringern*). Eine unter der Scheibe befindliche Alhidade ist mit der letzteren concentrisch drehbar und umfasst mit ihren Enden deren Rand von unten her. Diese Enden sind mit Nonien versehen, die auf einzelne Minuten eingerichtet sind, und die den äusseren Rand der Theilung berühren. In ihrer Mitte trägt die Alhidade eine durch den Limbus hindurchgehende aufrechtstehende vertikale Stange, auf welche sich ein vertikaler kreisförmiger Spiegel von $1\frac{1}{2}$ " Durchmesser aufstecken und festklemmen lässt. Eine zweite über dem Limbus befindliche aber nur auf dem äussersten Rande desselben aufliegende Alhidade ist mit Nonien versehen, die den inneren Rand der Theilung berühren, und trägt ein

*) Die Richtkraft der Fäden steht nämlich bei gleicher Fadenlänge (der sie verkehrt proportional ist) und bei gleicher Belastung (der sie direct proportional ist) im Verhältniss der Quadrate der unteren Fadenabstände.

Schiffchen, in welches der 25 Pfund schwere Magnetstab eingeschoben wird.

Zur Abhaltung des Luftzuges und um die Vorrichtung bei etwaigem Reissen der Dräthe vor Verletzung zu schützen, dient ein Kasten, in dessen aus zwei Hälften bestehenden Deckel eine Oeffnung für die Spiegelstange und die Dräthe frei gelassen ist.

Die Messung der Winkel geschieht genau wie beim gewöhnlichen Magnetometer mit einem entfernten Theodolithen, unter welchem eine horizontale Scale angebracht ist, deren Bild im Spiegel beobachtet wird. Eine Mire zur Sicherung des Theodolithenstandes, so wie ein über die Mitte des Objectivs herabhängender die Scale berührender Senkel zur Bestimmung des Scalentheils, welcher in der durch die Fernrohralaxe gehenden Vertikalebene liegt, sind wie beim einfachen Magnetometer nothwendig.

Gebrauch des Instruments. Der Winkel β wird auf folgende Weise auf 90° gebracht. Man legt statt des Magnetstabes ein eben so schweres unmagnetisches Gewicht in das Schiffchen, stellt letzteres mittelst der zweiten Alhidade möglichst genau in den magnetischen Meridian, und bemerkt mit dem Theodolithen den Stand des Apparates. Es ist alsdann $\alpha = \beta = 0$. Die erste Alhidade stellt man hierbei senkrecht gegen die zweite, damit die beiderlei Nonien sich am wenigsten hindern, zu welchem Zweck der Spiegel sich so um die ihn tragende Stange drehen lässt, dass er unabhängig von der Stellung der ersten Alhidade dem Fernrohr zugewendet werden kann. Darauf wird der Magnetstab verkehrt eingeschoben, so dass $\beta = 180^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ ist. In diesem Fall ist das Gleichgewicht nur dann stabil, wenn $S > M$, und man muss daher die Drahtenden von einander entfernen, wenn sich durch die Instabilität $M > S$ erweisen sollte. Hat man sich durch das Fernrohr überzeugt, dass der Stand der Scale sich nicht geändert hat, so ist der Stab genau im Meridian; ist diess nicht der Fall, so muss man demgemäss den Stand der zweiten Alhidade ändern.

Da in dieser Stellung die Erdkraft der Richtkraft entgegenwirkt, so ist das Gleichgewicht durch die Differenz beider Kräfte hervorgerufen, und es ist daher die eben erwähnte Prüfung auf die richtige Einstellung in den Meridian um so schärfer, je weniger M von S verschieden ist*). Beobachtet man die Schwingungsdauer t in dieser Lage, so hat man in dem Quotienten $\frac{1}{t^2}$ ein Maass für die Kraft $S - M$. Sodann legt man den Magnetstab in seiner natürlichen Lage in das Schiffchen, so dass wiederum $\alpha = \beta = 0^\circ$ wird, und man zieht, in so fern derselbe in dieser Lage mit der Kraft $S + M$ erhalten wird, aus der von neuem zu beobachtenden Schwingungsdauer τ , $\frac{1}{\tau^2}$ als Maass der Kraft $S + M$. Es ist sonach

$$S + M : S - M = t^2 : \tau^2,$$

*) Die nächste Note giebt das Mittel zur Regulirung des Verhältnisses $S : M$.

also $S : M = t^2 + \tau^2 : t^2 - \tau^2$. *)

Soll nun, wie beabsichtigt wird, $\beta = 90^\circ$ werden, so muss wegen $S \sin \alpha = M \sin \beta$,

$$\sin \alpha = \frac{M}{S} = \frac{t^2 - \tau^2}{t^2 + \tau^2}$$

sein. Bezeichnet man diesen Werth von α durch α_1 , und drehte man den Limbus, und somit die Richtung B um den Winkel α_1 , und hielte ihn in dieser Richtung fest, so würde der Stab mit dem Meridian gleichfalls den Winkel α_1 bilden; es ist daher nöthig, damit bei dieser Limbusstellung Gleichgewicht eintrete, also $\beta = 90^\circ$ werde, die zweite Alhidade allein nach dieser Richtung hin noch um den Winkel $90 - \alpha_1$ zu drehen.

Das Verfahren, bei $\beta = 90^\circ$ Gleichgewicht hervorzubringen, würde demnach sein: nach der Bestimmung von α_1 , die zweite Alhidade um $90 - \alpha_1$ nach einer oder der anderen Richtung hinzudrehen. Damit aber der Spiegel dem Fernrohr zugewandt bleibe, und überdiess das Scalenbild seine Stellung behalte, muss die erste Alhidade mit dem Spiegel um α_1 nach der entgegengesetzten Richtung hingedreht werden. Die genaue Uebereinstimmung des Scalenstandes ist zugleich ein Beweis, dass die obige Einstellung in den Meridian genau war.

Nach diesen Vorbereitungen giebt die Beobachtung der Scale durch das Fernrohr (die genau wie die Beobachtungen der Declinationsänderungen durch das gewöhnliche Magnetometer angestellt wird) die Aenderungen in der Intensität der Erdkraft unmittelbar in Scalentheilen. Aendert sich nämlich M um dM , und α_1 um $d\alpha_1$, so hat man in der geänderten Stellung des Stabes

$$(M + dM) \sin (90 + d\alpha_1) = S \sin (\alpha_1 + d\alpha_1),$$

und mithin $dM = S \cos \alpha_1 d\alpha_1$,

d. h. die Intensitätsänderung ist der Aenderung des Scalenstandes proportional. Da überdiess für $\beta = 90^\circ$ die Intensität $S \sin \alpha_1$ ist, so ist

$$\frac{dM}{M} = \cot \alpha_1 d\alpha_1,$$

oder mit Worten: Man erhält die Intensitätsänderungen in Bruchtheilen der ganzen Intensität, wenn man die in Bogentheilen (für den Radius Eins) ausgedrückte Scalenänderung $d\alpha_1$ mit $\cot \alpha_1$ (d. h. mit $\frac{2t\tau}{t^2 - \tau^2}$) multiplicirt.

Man ist also im Stande, mit diesem Instrument Variationen der Intensität in eben so kleinen Zeiträumen zu verfolgen, als die Declinationen.

*) Da $t^2 + \tau^2$ sich wenig von $t^2 - \tau^2$ unterscheiden darf, wenn S nur wenig den Werth M übertreffen soll, so bietet dieser Versuch zugleich das Mittel, dem Verhältniss $S : M$ mittelst einer Verstellung der Drahtenden jede beliebige Grösse zu geben. — Im erwähnten Gauss'schen Apparat wurde $S : M = 11 : 10$ genommen.

nationsvariationen mit dem gewöhnlichen Magnetometer, was bei den Intensitätsmessungen durch das letzte Instrument nicht möglich ist, in so fern dasselbe nur den mittleren Zustand der Intensität während der längere Zeit dauernden Messungsverrichtungen angiebt.

Zur Bestimmung des absoluten Werthes der Intensität ist noch die Messung der Richtkraft der Fäden erforderlich, und hiezu hat man nur die beiden Werthe für die Schwingungsdauer zu beobachten, welche sich nach successiver Belastung mit zwei verschiedenen magnetischen Gewichten ergeben. R.

Bild. Wir sagen, wir sehen einen Gegenstand direct, wenn die von demselben ausgehenden Strahlen, welche uns denselben sichtbar machen, auf ihrem Wege zum Auge weder eine Reflexion noch eine Brechung erlitten haben; haben sie dagegen durch die eine oder die andere eine Wegablenkung erfahren, so nennen wir das, was wir von dem Gegenstande sehen, sein Bild.

Das directe Sehen eines Punktes wird dadurch bedingt, dass von demselben geradlinig divergirende Strahlen in's Auge fallen; sollen wir daher noch ein Bild desselben sehen, wenn die Strahlen Ablenkungen auf ihrem Wege erfahren haben, so müssen diese so geschehen, dass die Strahlen beim Eintritt in's Auge eine solche Lage haben, dass ihre Verlängerungen sich vor dem Auge in einem Punkte schneiden. Schneiden sich die Strahlen wirklich in einem solchen Punkt, d. h. kreuzen sich die Strahlen, so kann sich das Bild auf einer im Kreuzungspunkt aufgestellten Tafel abmalen, und man nennt das Bild ein wahres. Schneiden sich die Strahlen nicht wirklich, so nennt man das Bild ein virtuelles. Befindet sich der wahre oder scheinbare Durchkreuzungspunkt in der Entfernung des deutlichen Sehens, so ist das Bild vollkommen deutlich; ist dieses nicht der Fall oder schneiden sich die Strahlen oder ihre Verlängerungen nicht genau in einem Punkt, so ist das Bild mehr oder weniger undeutlich.

Die Bilder heissen katoptrisch oder dioptrisch, je nachdem die Ablenkung durch Reflexion oder Brechung geschehen ist. Ueber die Grösse, den Ort, die Lage und die Deutlichkeit der Bilder vergl. man die Artikel Spiegel und Linsen. R.

Bildstein s. Agalmatolith.

Bilifellinsäure, eine in der Galle vorkommende Verbindung der Fellinsäure mit Bilin, welche von Berzelius dargestellt wurde, und der von Demarçay sogenannten acide choléique entspricht, nur dass letztere noch unrein war. In der Galle selbst findet sie sich an Natron gebunden, entsteht aber auch als Zersetzungsprodukt anderer in der Galle befindlichen Stoffe. Berzelius: Lehrb. der Chem. 3te Aufl. IX. p. 247—294. M.

Bilifulvin, ein gelber Farbstoff, den Berzelius in der Ochsen-galle fand, und der in der Galle nicht fleischfressender Thiere nicht vorzukommen scheint. Berzelius: Lehrb. der Chem. 3te Aufl. IX. p. 247—294. M.

Bilin, ein fertig gebildet in der Galle vorkommender Stoff, der dem von Gmelin sogenannten Gallenzucker identisch ist und nicht krystallisirt. Durch Säuren wird dieser Stoff so zerlegt, dass er Fellinsäure, Cholinsäure und Dyslysin bildet. — Das Bilin ist ohne Geruch aber von bitterem Geschmack, in allen Verhältnissen löslich in Wasser und Alkohol, nicht aber in Aether, durch welchen man es in Gestalt eines Breies fällt. Berzelius: Lehrb. der Chem. 3te Aufl. IX. p. 247—294. M.

Biliverdin, ein grüner Farbstoff aus der Ochsen-galle, den Berzelius für identisch mit dem Chlorophyll hält. Berzelius: Lehrb. der Chem. 3te Aufl. IX. p. 247—294. M.

Bimsstein (wird von pumex, ursprünglich spumex abgeleitet, was mit spuma, Schaum, zusammenhängt); ein poröses, schwammartig durchlöcherteres Gestein von lichtgrauer, oft gelblicher Farbe; meist wegen der vielen in den Höhlungen enthaltenen Luft auf dem Wasser schwimmend, das spec. Gew. des zu Pulver geriebenen aber ist 2,2. Er besteht aus Kieselsäure, Thonerde, Kali und Natron. — Der Bimsstein ist das Erzeugniß gewisser, zum Theil nicht mehr thätiger Vulkane, aus denen er in Strömen als Lava floss, und bildet somit wohl kein einfaches bestimmtes Mineral. Diese Ströme gehen nach dem Innern in Obsidian über, in welchen auch der Bimsstein durch Zusammenschmelzen verwandelt werden kann. Es geht hieraus hervor, dass der Bimsstein ein Obsidian ist, welcher durch das Entweichen einer flüchtigen Substanz schaumig sich aufblähte, und dass man beide stets in Verbindung mit einander antreffen muss, was auch in der That der Fall ist. Ueber die Natur jenes gasartigen Stoffes wissen wir bis jetzt noch nichts mit Bestimmtheit. Reich an Bimsstein sind die Liparischen Inseln, namentlich Lipari, ferner Andernach, Schemnitz, Tokay in Ungarn, Teneriffa, Island, Java, Mexiko u. a. O. Der Aetna und Vesuv haben keinen Bimsstein, doch floss solcher zur Zeit vor der Zerstörung von Herkulanum und Pompeji oft aus dem Vesuv. Man gebraucht den Bimsstein zum Poliren, Schleifen, und hie und da als Baustein, wie unter andern zu Lipari und Messina. Vergl. Lava. B.

Binarkies s. Wasserkies.

Biproteinchlorwasserstoffsäure, eine von Mulder aufgefundenene Verbindung zweier Atome Protein mit 1 At. Salzsäure, welche man erhält, wenn man in eine essigsäure Proteinlösung verdünnte Salzsäure giesst und die flockigen Niederschläge mit Alkohol wäscht. — Die Verbindung hat die Formel: $C_{80}H_{120}N_{20}O_{20}Cl_2 = 2(Pr + Aq) + H_2Cl_2$. Journ. f. prakt. Chem. XVII. 316. M.

Biproteinschwefelsäure bereitet Mulder wie die Biproteinchlorwasserstoffsäure. Sie ist weiss und fettig, bildet mit Alkalien auflösliche, mit Metalloxyden unlösliche Verbindungen. Ihre Formel ist: $C_{80}H_{120}N_{20}O_{20}S = 2(Pr + Aq) + SO_2$. Journ. f. prakt. Chem. XVII. p. 317. M.

Birkencampher, eine harzähnliche Substanz, welche aus der erhitzten Birkenrinde heraus krystallisirt; hat den Namen Betulin von Betula erhalten. M.

Birkenöl, ein brenzliches Oel, von welchem man durch Destillation der Birkenrinde nach Grouvelle und Duval-Duval 60, nach Payen 70 pCt. gewinnt, eine Menge die durch Rectification jedoch sehr reducirt wird. Vergl. Juchtenfabrikation.

Dictionnaire techn. T. VI. p. 286. — Bulletin de la soc. d'Enc. p. i. n. 1822. p. 346., 376 und 1823. p. 278. M.

Birkensaft, der abgezapfte Saft von betula alba, enthält nach der Untersuchung von Vauquelin und Deyeux ungefähr 6 pCt. feste Theile, nämlich Zucker, Essigsäure, essigsäure Salze und Extractivstoff. M.

Birkenwein, ein geistiges Getränk, das man durch Gährung des Birkenstoffes erhält. M.

Biscuit ist unglasirtes Porzellan.

Bitter, Welter'sches. Welter bemerkte die Erzeugung eines bitteren Stoffes bei der Einwirkung der Salpetersäure auf mehrere organische Verbindungen, namentlich auf Seide. Liebig wies später die Identität dieses Stoffes mit dem sog. Indigbitter u. s. w. nach. Er zeigte zugleich, dass die Substanz eine Säure sey, welche er Kohlenstickstoffsäure nannte. (Pogg. Ann. XIII. 191.) Berzelius schlug später dafür den Namen Picrinsalpetersäure vor, welcher jetzt angenommen ist. M.

Bittererde syn. mit Talkerde.

Bitterkalk, ein mit dem Kalkspath isomorphes und ihm sehr ähnliches Mineral, krystallisirt in Rhomboëdern, deren Endkanten einen Winkel von $106^{\circ}15'$ bilden. Oft sind die Krystallflächen, denen parallel ein sehr deutlicher Blätterbruch geht, gebogen. Unschmelzbar, härter als Kalkspath, wird aber vom Flussspath geritzt. Spec. Gew. 2,8—3. Salzsäure bewirkt nur ein langsames, schwaches Aufbrausen. Er besteht aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Talkerde ($\text{Ca} + \text{Mg}$) C .

Nach Farbe und Structur unterscheidet man mehrere Varietäten: der krystallisirte auch stänglige und fasrige heisst Rauten- oder Bitterspath; der bräunlichgelbe: Braunspath; der krystallinisch körnige: Dolomit oder Urdolomit; der grüne: Miemit; der dichte: Konit, der an Härte noch den Flussspath übertrifft. Bitterkalk ist ein sehr verbreitetes, oft ganze Berge bildendes Mineral, das wie Kalkstein zum Brennen und Bauen gebraucht wird und einen besonders für Wasserbauten geeigneten Mörtel giebt. B.

Bittermandelöl. Bei der Destillation der bittern Mandeln,

der Kirschlorbeerblätter, der Pfirsichkerne und einiger anderer Pflanzenstoffe erhält man ein flüchtiges Oel, welches aus einem Gemenge von Benzoylwasserstoff (s. d.), Benzoësäure, Benzoin und Blausäure besteht. Von diesen Stoffen kann der Benzoylwasserstoff durch Destillation mit Kalk und schwefelsaurem Eisenoxydul befreit werden. (Vergl. Liebig und Wöhler in Pogg. Ann. XXVI. p. 333.) Das Bittermandelöl stellt im rohen Zustande eine goldgelbe, ölige, angenehm riechende, scharf und kratzend schmeckende, sehr giftige Flüssigkeit dar, welche in Wasser wenig, leicht in Alkohol auflöslich ist. Die Aqua Laurocerasi und Amygdalarum amarum ist die in der Pharmacie angewendete wässrige Lösung, welche bei der Destillation der Mandeln u. s. w. mit Wasser gewonnen wird, und die durch ihren Blausäuregehalt wirksam ist.

In den Pflanzen selbst ist das Bittermandelöl nicht fertig enthalten, wenigstens nur in sehr geringer Quantität; es bildet sich erst durch die Einwirkung der einzelnen Bestandtheile der Mandeln bei Gegenwart von Wasser. Diese Bestandtheile sind das Emulsin, welches von Robiquet Synaptase genannt ist, aus dem der grösste Theil der Mandel besteht, und das Amygdalin. Wenn man 10 Th. Amygdalin in 100 Th. Wasser auflöst, und dazu die Lösung von 1 Th. Synaptas in 10 Th. Wasser setzt, so findet fast augenblicklich eine Zersetzung des Amygdalins statt, welche durch Erwärmung gesteigert wird. Der Bittermandelgeruch tritt entschieden hervor, und bei der Destillation des Gemenges erhält man Blausäure, Benzoylwasserstoff und Wasser. Im Rückstande findet man krystallisirbaren Zucker, dessen Menge so beträchtlich ist, dass er nicht dem Amygdalin allein seine Entstehung verdanken kann, sondern nothwendig auch durch dies Synaptas entstanden sein muss. 100 Th. Amygdalin geben nach Liebig's Angabe 47 Th. rohes Bittermandelöl, diese enthalten 5,9 Th. freie Cyanwasserstoffsäure. Das Amygdalin, welches aus $C_{10}H_{14}N_2O_{22}$ besteht, kann folgenden Verbindungen ihre Entstehung geben:

1 At. Cyanwasserstoffsäure	$C_2 H_2 N_2$
2 At. Benzoylwasserstoff	$C_{20} H_{24} O_4$
1 At. Zucker	$C_6 H_{10} O_5$
2 At. Ameisensäure	$C_4 H_4 O_3$
7 At. Wasser	$H_{14} O_7$
1 At. Amygdalin	$C_{40} H_{54} N_2 O_{22}$

M.

Bittermandelölschwefelsäure. Lässt man wasserfreie Schwefelsäure auf gereinigtes Bittermandelöl einwirken, so erhält man neben der Mandelsäure, welche sich bildet, eine neue Säure, deren Barytsalz ich analysirt habe; diess besteht aus $C_{14}H_{16}O_4 + 2\ddot{S} + \ddot{B}a$. Mit Kali geschmolzen und dann mit Säure behandelt, entwickelt sich schweflige Säure. Man kann daher in der Säure Unterschwefelsäure vermuthen. Die freie Säure zersetzt sich sehr schnell, das Barytsalz hingegen kann stark erhitzt und selbst mit Salpetersäure gekocht werden, ohne sich zu zerlegen. Laurent leugnet die Existenz dieser Säure. Er scheint unreines Bittermandelöl angewendet zu haben. Vergl. Journ. f. prakt. Chem. XII. 416. M.

Bittersalz ist schwefelsaure Talkerde.

Bitterstoffe, bittere Extractivstoffe. In den bitter schmeckenden Pflanzen nahm man früher eigenthümliche bittere Stoffe an, von denen man die therapeutischen Wirkungen derselben herzu-leiten suchte. Einige Chemiker haben selbst angenommen, es sey in allen diesen bitteren Pflanzen nur ein einziges bitteres Princip verbreitet, welches nun mit verschiedenen Stoffen verbunden, verschiedene Ei-genschaften besäße. Bei der Oxydation soll er das Apothema (s. d.) bilden. Jetzt benennt man mit dem Namen Bitterstoffe eine Anzahl indifferenten Körper, welchen man keine Stelle im chemischen System anzuweisen wusste, und von denen die meisten einen bitteren Ge-schmack besitzen, z. B. Quassienbitter, Salicin u. a., doch zählt man auch viele hinzu, welche gar nicht bitter sind. Bei einigen hat man in neuerer Zeit sehr entschieden chemische Charaktere aufgefunden, z. B. bei dem Salicin, Phloridzin, Populin; bei anderen kennen wir gar keine ausgezeichnete Eigenschaften, z. B. bei dem Columbin, Hesperidin u. m. a. Es ist übrigens einleuchtend, dass es nur eine sehr schlechte Systematik sein kann, welche den Geschmack zum entscheidenden Merkmal einer ganzen Klasse von Stoffe macht. M.

Bitterwasser, ein Quellwasser, das durch seinen Gehalt an Bittersalz (schwefelsaure Talkerde) ausgezeichnet ist. Mineralwasser dieser Art sind selten. Am längsten kennt man die Wasser von Epsom in Surrey in England; erst später entdeckte man die böhmischen zu Püllna, Sedlitz und Saidschütz. Der Gehalt an Bittersalz ist nicht bedeutend, die reichhaltigste unter den bekannten ist die zu Steinwasser im Saazer Kreise, welche 3,5 pCt. davon enthält, die zu Saidschütz nur 1,09. Ausserdem finden sich in noch viel geringerer Menge Salze von Kali, Natron, Talk- und Kalkerde darin. (Berzelius Untersuch. des Bitterwassers von Saidschütz. Pogg. Ann. LI. 138.) B.

Bitumen ist Erdöl, und damit durchtränkte Stoffe heissen bituminös. B.

Blättererz krystallisirt in viergliedrigen Formen und besitzt parallel der quadratischen Säule vollkommene Spaltbarkeit. Härte zwischen Talk und Gyps; bleigrau, metallglänzend und milde. Spec. Gew. 7. Raucht vor dem Löthrohr und giebt einen gelben Beschlag. Enthält nach Klaproth 32,2 pCt. Tellur; 54,0 Blei; 9,0 Gold; 0,5 Silber; 1,3 Kupfer; 3,0 Schwefel. Findet sich nur selten; ausser in Krystallen und krystallinisch blättrig zu Naygay und Offenbanya in Siebenbürgen. B.

Blättertellur s. Blättererz.

Blätterzeolith syn. mit Stilbit.

Blaseinstrumente nennt man diejenigen Tonwerkzeuge, bei denen durch Anblasen mit dem Munde oder auch mit einem Ge-bläse eine Luftsäule in Schwingungen versetzt wird, sey es, dass

diese Schwingungen allein erfolgen oder mit denen eines festen Körpers verbunden sind. Eine Röhre (Corpus) schliesst die schwingende Luftsäule ein und ist mit einem Mundstück von verschiedener Einrichtung versehen. Instrumente, welche zwar durch Anblasen in Schwingung versetzt werden, bei denen aber die schwingende Luftsäule fehlt, wie das Anemochord, die Aeolsharfe, sind nicht zu den Blasinstrumenten zu rechnen. Aus demselben Grunde sind auch die Mund- und Physharmonika, das Accordion u. d. m., obgleich sie in mehreren Beziehungen mit den Blasinstrumenten übereinstimmen, doch nach der obigen Erklärung nicht eigentlich zu diesen zu zählen, wofern nicht etwa bei ihnen das den Wind gebende Behältniss (Mundhöhle oder Windlade) als Corpus zu betrachten ist.

Man pflügt die Blasinstrumente nach dem Material des Corpus in Holz- und Blechinstrumente zu theilen. In Beziehung auf die Art der Tonerregung können sie in drei Klassen gebracht werden:

1) Pfeifenartige Instrumente; die Schwingungen werden durch einen Luftstrom hervorgerufen, welcher, aus einer Spalte tretend, sich gegen einen Rand des Corpus bricht. (s. Labialpfeife). Das dadurch erregte Sausen zeigt eine mehr oder minder schnelle, ziemlich unregelmässige Folge von Lufterstößeungen an, welche aber, indem sie sich der Luft des Corpus mittheilen, nicht nur in dieser regelmässige Schwingungen hervorrufen, sondern auch selbst an Regelmässigkeit gewinnen, daher dann bei einem guten Tone wenig mehr von diesem Sausen gehört wird. Hier schwingt wesentlich nur die Luftsäule, denn wenn auch ein gewisses Mitschwingen der Röhrenwände nicht fehlt und auf den Klang Einfluss hat, so scheint es doch für die Entstehung der Luftschwingungen nicht wesentlich zu sein. Zu dieser Klasse gehören die Labialpfeifen der Orgeln, das Flageolet, die Kinderpfeife, welche alle im Wesentlichen die unter Labialpfeife angegebene Einrichtung des Mundstücks haben; ferner die Flöte (Querflöte), die Querpfeife, die Pansflöte, bei welchen der Mund des Bläusers die Stelle des Fusses der Labialpfeife vertritt, indem ein Luftstrom zwischen den Lippen hindurch gegen den Rand des Windloches geblasen wird. Die Pansflöte ist den gedeckten, die übrigen genannten Instrumente den offenen Labialpfeifen zu vergleichen.

2) Blasinstrumente mit Zungen*), mit eigentlichen, starren Zungen, deren transversale Schwingungen zugleich mit den longitudinalen der Luftsäule den Ton erzeugen. Dahin gehören die Zungenpfeifen (Rohrwerke) der Orgeln, die Clarinette und das Bassethorn, sowie die Schallmey, die Oboe und das Fagott. Bei den ersteren ist eine Zunge, die als eine bewegliche Fortsetzung der Corpuswand angesehen werden kann und einen etwas auswärts gebogenen Deckel über der dazu gehörigen Oeffnung bildet; bei den letzteren endet das Corpus in zwei dergleichen sich dicht gegenüberliegende Zungen. Das andere Ende des Corpus ist immer offen. Die Zunge oder Zungen (bei den meisten dieser Instrumente das Rohr genannt) werden in ein Behältniss, z. B. die Mundhöhle, einge-

*) Man würde am besten sagen Rohrinstrumente, wenn dieser Ausdruck nicht für alle Holzblasinstrumente im Gebrauche wäre.

geschlossen; bläst man, so wird durch die Luft dieses Behältnisses die Zunge nach Innen getrieben und kommt durch diese Bewegung in Schwingungen, welche sich der im Corpus enthaltenen Luftsäule mittheilen. (Das Nähere s. im Art. Zungenpfeife). — Fast alle Holzblaseinstrumente gehören zu den genannten beiden Klassen.

3) Blaseinstrumente mit Kesselmundstück: das Mundstück bildet eine kessel- oder trichterförmige Erweiterung des Corpus, gegen welche die Lippen gepresst werden; die Art der Tonerregung stimmt am meisten mit der zweiten Klasse überein, indem die Lippen durch das Blasen in eine zitternde Bewegung versetzt werden und als Zunge zu betrachten sind, wie bei den Zungenpfeifen mit membranösen Zungen. (s. d.) Hierhin gehören die Serpente, das Alpenhorn und die Blechinstrumente: Trompete, Posaune, Wald-, Post-, Flügelhorn etc.

Was das Spielen der Blaseinstrumente betrifft, so hat man bei einigen derselben so viel Röhren als Töne (Orgel, Pansflöte, Russische Hörner) und gebraucht auf jeder derselben nur einen, und zwar den tiefsten Ton. Bei den meisten Blaseinstrumenten aber werden auf einer Röhre die verschiedenen Töne hervorgebracht, wobei folgende Mittel zur Anwendung kommen:

1) Das Spielen der pfeifenartigen Instrumente beruht hauptsächlich a) auf dem Gebrauche der Tonlöcher und b) auf dem Gebrauche der verschiedenen Töne, welche eine und dieselbe Luftsäule bei mehr oder weniger Knoten geben kann. (s. Luftschwingungen). Sind alle Tonlöcher geschlossen, so verhält sich die Röhre, als ob keine solchen vorhanden wären; öffnet man dieselben, so thut diess eine ähnliche Wirkung wie wenn die Röhre kürzer gemacht würde, daher der Ton immer höher wird, wenn man nach und nach von dem freien Ende her gegen die Mundöffnung zu die Löcher öffnet. (Von der Wirkung der Tonlöcher handelt in praktischer Beziehung Gottfr. Weber: Allgem. musikal. Zeitung. 1816. Eine Theorie derselben hat Pellisov in Schweigger-Seidel's Neues Jahrb. VIII. zu geben versucht.) Die Tonlöcher müssen ausreichen, um die Tonstufen im Umfange einer Octave zu geben; die höheren Töne werden dann durch verändertes Anblasen erhalten. Da nämlich alle hierher gehörigen Instrumente an beiden Enden offen sind, so ist der zweite Ton mit zwei Knoten um eine Octav höher als der erste mit einem Knoten, und man erhält daher bei denselben Applicaturen die Octaven der vorigen Töne durch Beschleunigung des Windes, indem man stärker oder (auf der Flöte) mit engerer Mundöffnung bläst, oder das Mundloch mit den Lippen verengt. Will man die Töne der dritten Octave gebrauchen, so muss man durch noch schärferes Anblasen die dritten und vierten Töne, mit drei und vier Knoten hervorrufen, indem die dritten um eine Duodecime, die vierten um eine Doppel-octav höher sind als die ersten.

2) Bei den Instrumenten mit starren Zungen beruht das Spielen wesentlich auf denselben beiden Mitteln. Für die Zungenpfeifen der Orgeln, wo die Zunge in einem wohl befestigten Blechstreifen besteht, kennt man den gegenseitigen Einfluss, welchen Zunge und Luftsäule auf einander ausüben durch W. Weber's Untersuchungen. (s. Zungenpfeife). Bei der Clarinette ist die Zunge von Rohr

auf ein keilförmiges Mundstück gebunden, bei der Oboe und dem Fagott erweitert sich das Rohr zu zwei Blättchen, welche die Form von Kegelsegmenten haben und mit der hohlen Seite gegen einander liegen. Sie werden in die Mundhöhle eingeschlossen. Indem die Zunge weniger befestigt ist als bei den Zungenpfeifen der Orgeln, und daher keinen festen Ton hat, gewinnt die Luftsäule einen überwiegenden Einfluss auf die Höhe des Tones, während die Zunge unter dem Einflusse der Lippen des Bläusers hauptsächlich bestimmt, welcher von den Tönen der Luftsäule ansprechen soll; bei stärkerem Drucke der Lippen gegen die Zunge (das Rohr) erhält man bei ungewänderter Applicatur einen höheren Ton. Oboe und Fagott verhalten sich dabei wie eine an beiden Enden offene Luftsäule, indem die zweiten Töne um eine Octav, die dritten um eine Duodecime höher sind als die bei denselben Applicaturen erlangten ersten Töne (Fortschreitung nach den natürlichen Zahlen). Daher bedürfen sie zu einer gleich vollständigen Scale einer gleichen Anzahl von Tonlöchern, wie eine Flöte oder Pfeife. Bei der Clarinette dagegen erfolgt die Fortschreitung nach den ungeraden Zahlen 1, 3, 5... wie an einer gedeckten Pfeife, so dass die zweiten Töne um eine Duodecime, die dritten um zwei Octaven und eine grosse Terz höher sind, als die ersten. Die Clarinette braucht daher, um den Zwischenraum vom ersten zum zweiten Tone auszufüllen eine grössere Anzahl Tonlöcher als andere Blaseinstrumente. Der Grund dieses Verhaltens, welcher von W. Weber (Cäcilia XII.) erklärt worden ist, wird man in dem Art. Zungenpfeife finden.

3) Beim Blasen der Instrumente mit Kesselmundstück spielt a) der Gebrauch der verschiedenen Töne einer und derselben Luftsäule die Hauptrolle. Wenn die Lippen, welche hier die Stelle der Zunge vertreten, einerseits noch weniger als etwa das Rohrblatt der Clarinette im Stande sind, jene bedeutende Accomodation der Luftschwingungen zu erzeugen, wie die Zungen einer eigentlichen Zungenpfeife an der Orgel, so können sie andererseits durch die verschiedene Spannung, welche ihnen der Bläser giebt, nach Willkühr jeden der Töne erzeugen, deren die Luftsäule für sich fähig ist, wobei diese sich wie eine an beiden Enden offene Röhre verhält, und die Töne der natürlichen Zahlenreihe 1, 2, 3, 4, 5 etc. giebt. Obgleich man hiebei den ersten, auch wohl den zweiten und dritten Ton dieser Reihe unbenutzt lässt, und die Röhre, so wie das Mundstück so eng macht, dass nur die folgenden höheren Töne mit Leichtigkeit ansprechen, so liegen doch noch immer die tieferen der zur Anwendung kommenden Töne ziemlich weit aus einander und eignen sich demnach nur zu einfacheren Melodien (Kuhreihen, Signale des Jagd-, Post- und Flügelhornes u. dgl.); auch unter den höheren fehlen die kleineren Tonstufen, zumal da einige jener Töne (7, 11, 13) nicht zur Scale gehören. Um daher eine vollständigere Tonleiter auf diesen Instrumenten zu erlangen, gebraucht man b) das Treiben und Sinkenlassen, d. h. man macht den Ton durch stärkeres Blasen etwas höher, durch schwächeres tiefer. c) Das Stopfen, indem man das freie Ende (den Schallbecher) durch Hineinhalten der Hand enger und dadurch den Ton tiefer macht. Da die Töne, die man durch diese Mittel erhält, von ungleicher Stärke und Klarheit sind,

so gebraucht man d) bei einigen dieser Instrumente das Mittel, die Luftsäule länger und kürzer zu machen, wie bei der Posaune und den Ventilen der Hörner; auch die Einsatzstücke, wodurch man den Grundton sammt der ganzen Tonreihe ändert, sind dahin zu rechnen. Endlich e) haben auch die Tonlöcher bei den Instrumenten dieser Klasse in neuerer Zeit Anwendung gefunden (Klappentrompete).

Auf den Klang der Blasinstrumente hat ausser der Art des Anblasens das Material und die Dicke der Röhrenwände, so wie die Gestalt der Röhre einen sehr grossen Einfluss. Zu dicke Wände machen den Ton dumpf, zu dünne schreiend. Die Erweiterung am Ende der Röhre (Schallbecher, Schalltrichter, Stürze) macht den Ton stärker und heller. S.

Blasensteinsäure. Scheele entdeckte 1776 die Harnsäure zuerst in den Harnblasensteinen und nannte sie deshalb darnach. Scheele: Opuscula. II. 73. M.

Blatteln heissen die zum Verfrischen bestimmten Stücke Guss-eisen, wenn sie die Form von Platten haben. B.

Blattgelb s. Xantophyll.

Blattgold, ächtes, dient zur Vergoldung auf Papier, Leder, Holz, Stein, Gyps u. s. w. und wird aus dem feinsten Dukatengolde verfertigt. Gold, das andere Metalle enthält, ist nicht dehnbar genug, um sich gut schlagen zu lassen. Man giesst das Gold in Zaine, hämmert sie zu Platten, die zwischen Stahlwalzen zu dünnen Blechen gedehnt werden, und hämmert abermals, bis sie die Dünne von Papier erlangt haben. Dann schneidet man sie in quadratische Tafeln, legt sie zwischen Pergamentblätter, deren Umfang viel bedeutender als der des Goldes ist, und schlägt das ganze Packet, welches man, damit sich die Blätter nicht verschieben, in ein Futteral aus Pergament steckt, so lange mit dem Formhammer, bis die Goldblätter nahe die Ausdehnung der Pergamentblätter erlangt haben. Sie werden dann in vier Theile geschnitten, zwischen Goldschlägerhaut weiter gestreckt, wieder getheilt und diess noch ein- oder zweimal wiederholt, worauf die feinen Goldblättchen zwischen die Blätter kleiner Bücher mit rothem Papier gelegt und in den Handel gebracht werden. — Der Abgang der Goldblättchen wird mit Honig zerrieben, dieser mit Wasser ausgewaschen und das rückständige pulverförmige Gold mit Gummiwasser angerührt und in Muscheln gebracht, Muschelgold, um es zum Malen zu gebrauchen. Auch aus einem mit Gold plattirtem Silberblech macht man ganz nach obigem Verfahren plattirtes Blattgold. Zwisch- oder Quickgold.

Unächttes Blattgold wird auf gleiche Weise aus einer goldfarbigen messingartigen Legirung, die auf 1 Th. Zink 5 Th. Kupfer und darüber enthält, geschlagen. B.

Blattgrün s. Chlorophyll.

Blattroth, Beerenroth, Erythrophyll. Nach einer Be-

obachtung von Berzelius werden im Herbste die Blätter solcher Bäume roth, welche rothe Früchte tragen. Aus beiden lässt sich der Farbstoff ausscheiden und in weingeistiger Lösung recht gut aufbewahren. Dieser Stoff geht mit Salzbasen Verbindungen ein, die von schöner grasgrüner Farbe sind. Berzelius; Pogg. Ann. XLII. 423. M.

Blattsilber, das ächte wird aus feinem Silber, wie unter Blattgold beschrieben, geschlagen; mit Kupfer legirtes eignet sich nicht dazu. Das unächte besteht aus Zinn und Zink. B.

Blaubleierz, ein inniges Gemenge von Bleiglanz mit Pyromorphit d. i. phosphorsaurem Bleioxyd. Farbe zwischen bleigrau und indigblau in's Schwarze. Kommt zu Freiberg und in Cornwall vor. B.

Blaueisenerde, der erdige Vivianit, natürliches phosphorsaures Eisenoxydul. Blaueisenerz ist dasselbe Mineral. B.

Blaueisenstein, älterer Name für Krokydolith. (s. d.) B.

Blauholzroth, auch Hämatin und Hämatoxylin genannt, wurde von Chevreul 1810 aus dem Campecheholz ausgeschieden. Ann. de Chim. et de Phys. LXXX. 53. Pogg. Ann. XII. 526. M.

Blaufen, Blaa- oder Blaseofen, ist ein Schachtofen (s. d.) mit geschlossener Brust, d. h. der untere Theil des Schachtes enthält nur die zum Ablassen des Metalles und der Schlacke erforderlichen Oeffnungen, ohne ein Eindringen in das Innere mit Werkzeugen zu gestatten, was bei Hohöfen möglich ist. B.

Blaüöl, auch Kyanöl genannt, ein Destillationsprodukt des Steinkohlenöles, dessen Zusammensetzung noch nicht erforscht ist. Es zeigt sich als farblose, flüchtige Flüssigkeit von wenig intensivem Geruch. Es löst sich in Wasser, Weingeist, Aether, färbt Tannenholz und Fliedermark auch bei grösster Verdünnung gelb, und wird durch Chlorkalk in eine Säure verwandelt, die mit Basen blaue Verbindungen liefert. Es wurde von Runge entdeckt. Pogg. Ann. XXXI. p. 65—78 und 512—524. XXXII. 308. 335. M.

Blausäure s. Cyanwasserstoff.

Blauschillerstoff s. Aesculin.

Blaupath s. Lazulith.

Blei, $Pb = 1294,498$. Gediegen findet sich das Blei nur selten, manches früher dafür gehaltene hat bei näherer Untersuchung der Art des Vorkommens sich als Kunstprodukt erwiesen. So fand man im Anfange dieses Jahrhunderts bei Kassel unter den Chausseesteinen porösen Basalt, dessen Poren mit Blei erfüllt waren; es ergab sich, dass man früher hier in Vertiefungen solchen Basaltes Blei schmolz, um Siedepfannen für die Allendorfer Saline daraus zu giessen, und

dass die auf der Landstrasse gefundenen Stücke, in deren Höhlungen sich das Metall gezogen, davon herrührten. Entschieden gediegen ist das Blei in drahtförmigen und dendritischen Parthieen bei Carthagena in Thonstein, auf Madera in Blasenräumen vulkanischen Gesteines, zu Alston in Cumberland im Bleiglanz, und im Flusse Anglaize, Nordamerika, gefunden. Das Blei war schon zu Moses Zeiten bekannt, die Römer holten es aus Spanien und England, Bleiröhren waren zu Plinius Zeit gewöhnlich. Bei den Alchemisten hiess es Saturn. Das Bleierz, aus dem fast alles Blei geschieden wird, ist der Bleiglanz oder Schwefelblei, welches in reichster Menge aus den Gruben von Granada in Spanien, so wie von Derbyshire, Cumberland, Northumberland u. a. in England wie in alter Zeit auch jetzt noch gewonnen wird. Auch Nordamerika hat am Missouri ergiebigen Bleibau.

Darstellung. Chemisch reines Blei stellt man durch Glühen des mehrmals umkrystallisirten salpetersauren Bleioxyds dar, wodurch man reines Bleioxyd erhält, welches mit schwarzem Fluss, einem innigen Gemenge von kohlen-saurem Kali und Kohle reducirt wird. Die Gewinnung des Bleies im Grossen aus dem Bleiglanz geschieht auf zweierlei Weise. Entweder röstet man den Bleiglanz, und reducirt dann das dabei entstandene Oxyd, Röstarbeit, oder man entzieht dem Bleiglanz den Schwefel durch Eisen, Niederschlagsarbeit.

Behufs der Röstarbeit wird der Bleiglanz in Haufen auf Brennmaterial in Räumen, die oben gewöhnlich offen, von drei Seiten ummauert sind und auf der vierten einen Zugang haben, sogenannten Röststadeln, gerüstet, oder es geschieht diess auf Flammherden. Beim Rösten entwickelt sich viel schweflige Säure. Der geröstete Bleiglanz besteht aus basisch schwefelsaurem Bleioxyd und Schwefelblei, welches Gemenge entweder in niedrigen Schachtöfen, Krummöfen, oder in Flammöfen der Reduction unterworfen wird. Da Bleioxyd so leicht mit freier Kieselsäure zusammenschmilzt, so würden die Heerde sehr leiden, wenn man das Blei unmittelbar auf quarzigen Heerdmassen ausbringen wollte, abgesehen von dem Verlust an Blei, welches in die Schlacken gehen würde. Man macht desshalb in den Schachtöfen die Heerdsohle aus festgestampftem Gestübbe, in den Flammöfen aus Schlacken vom früheren Schmelzen, die man auf dem Heerd ausbreitet, in Fluss bringt, und dann erst das Erz aufgiebt. Die Reduction des gerösteten Bleiglanzes geht auf die Weise vor sich, dass in höherer Rothgluth das Bleioxyd und schwefelsaure Blei auf das unzer-setzte Schwefelblei einwirken, was bei niedrigerer Temperatur geschieht, wobei der Sauerstoff des Oxyds den Schwefel des Bleiglanzes in schweflige Säure umwandelt, und Blei reducirt wird. Damit sich dieses leicht ansammeln kann, sind die Heerde nach einer Seite hin, oder bei manchen Flammöfen auch nach der Mitte zu geneigt, und das Blei gelangt von der tiefsten Stelle durch einen Kanal nach einem Tiegel oder gusseisernen Kessel. In den Schachtöfen giebt man Kohlen und Erz mit Schlacken schiebtweise auf, und in diesem Fall wird auch durch die Kohlen Bleioxyd reducirt; in den Flammöfen wird gewöhnlich Röstung und Reduction in demselben Ofen hinter einander vorgenommen, indem man bei schwacher Rothgluth erst röstet und dann bei verstärkter Hitze reducirt. Aus die-

sem Schmelzen gehen dreierlei Produkte hervor: Den untersten Theil des Tiegels oder Kessels nimmt das ausgeschmolzene Blei ein, darüber sammelt sich Schwefelblei, Bleistein, der wieder geröstet wird, und obenauf befindet sich die Schlacke, welche aus den Bestandtheilen der mit dem Erz brechenden Gangart entsteht, und die man für die folgenden Schmelzposten benutzt, auch in Ermangelung geeigneter Bleischlacken solche vom Eisenfrischen nimmt. Bisweilen setzt man auch Flusspath zu, um eine leichtflüssige Schlacke zu erzielen. Nach Forträumung der Schlacken und des Steins wird das Blei in eiserne Formen gegossen.

Bei der Niederschlagsarbeit schmilzt man Bleiglanz mit Eisengranalien (gekörntem Eisen) gewöhnlich mit einem Zusatz von Gaarschlacken (basisch kieselsaurem Eisenoxyduloxyd) oder Hammerschlag (Eisenoxyduloxyd) mit den Bleischlacken vom früheren Schmelzen in Krummofen nieder, und erhält einen grösstentheils aus Schwefeleisen bestehenden Bleistein, Schlacken und Blei. Die Eisengranalien bestehen aus Gusseisen, da Stabeisen, welches allerdings besser wäre, zu theuer ist. Bei der Anwendung von oxydirtem Eisen, Gaarschlacken oder Hammerschlag, wird das Oxyd zu Oxydul oder vollständig reducirt, der Sauerstoff oxydirt den Bleiglanz, oder, das reducirt Eisen nimmt dessen Schwefel auf.

Kohlensaures Bleioxyd wird in England in hinreichender Menge zur Bleigewinnung gefunden und durch Kohle, kleingeschlagene Coaks, in Flammöfen reducirt. Auch in der Eifel reducirt man kohlensaures Bleioxyd.

Das so gewonnene Blei enthält gewöhnlich noch andere Metalle, als Silber, Kupfer, Eisen, Arsenik, Antimon u. s. w. Durch die zuletzt genannten Verunreinigungen wird das Blei härter, und heisst deshalb Hartblei, im Gegensatz des reinen, Weichblei. Das silberhaltige führt den Namen Werkblei, woraus durch Abreiben (s. d.) das Silber gewonnen wird.

Eigenschaften. Reines Blei ist sehr weich, färbt ab, hat angefeilt eine glänzende Oberfläche, die aber in feuchter Luft bald anläuft, indem sich das Blei mit einer Decke von Suboxyd überzieht, wodurch es vor weiterer Oxydation, selbst unter Wasser, geschützt wird. An völlig trockener Luft verändert es sich nicht. In chemisch reinem Wasser erzeugt sich aus frisch geschnittenen Bleistücken Bleioxydhydrat, welches sich theilweise auflöst, zum Theil niederschlägt, und bei Gegenwart der geringsten Menge Kohlensäure sich mit derselben verbindet, (vergl. Bonsdorff: Pogg. Ann. XLI. 305.) Spec. Gew. 11,44. Dehnt sich von 0—100° um 0,0028667 seiner Länge aus, schmilzt bei 322° und verflüchtigt sich in der Weissglühhitze. Spec. Wärme 0,0293, (Dulong und Petit). Bei langsamem Erkalten krystallisirt es in Octaëdern. Schmilzt man es an der Luft, so läuft es mit bunten Farben blau und gelb an, und kann durch lange fortgesetztes Erhitzen ganz in Oxyd verwandelt werden. Wasser wird selbst unter Mitwirkung von Säuren nicht vom Blei zerlegt, dagegen Salpetersäure leicht. Auch Wasserdampf wird nicht von glühendem Blei zersetzt.

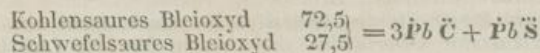
Die Anwendung des Bleies ist sehr ausgedehnt, man fertigt daraus Pfannen zum Abdampfen der Schwefelsäure, des Alauns u. s. w., Bleikammern für die Schwefelsäurefabriken, Platten zum Dachdecken,

Röhren, Tabacksblei und viele andere Dinge. Ueber seine Benutzung zur Eudiometrie s. diese.

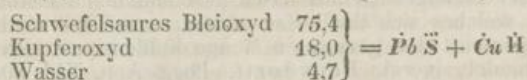
Verbindungen. Mit dem Sauerstoff verbindet sich Blei zu einem Suboxyd, einem basischen Oxyd, dem Sesquioxyd, welches keine Salze giebt, und Superoxyd. Es giebt ferner mit dem Chlor, Jod, Schwefel bemerkenswerthe Verbindungen. Unter den Legirungen sind die mit Zinn, Arsenik und Antimon die wichtigsten. Aus Blei und Zinn bestehen das Schnellloth der Klempner, die Orgelpfeifen, die Fahluner Brillanten (s. alle diese) und viele Zinngeräthschaften. (Vergl. Zinn.) Die Legirung des Bleies mit Arsenik dient zur Schrotgiesserei, mit Antimon zu Lettern. (s. beide). Mehrere Bleipräparate finden in der Medicin Anwendung, z. B. das essigsäure Bleioxyd. Ein längerer Gebrauch derselben, oder eine stete Beschäftigung mit dergleichen, wie sie Arbeiter in Bleiweissfabriken haben, führt Verstopfung in den Gedärmen, Erlahmen der Glieder und schmerzvolles Reissen herbei, welche Uebel sehr schwierig zu entfernen sind, da sie sehr langsam sich ausbilden. Alaun und Quecksilberpräparate werden als Gegenmittel, Zuckerwasser mit Schwefelsäure als Präservativ gebraucht. B.

Bleibaryt ist der Name für mehrere natürliche, theils einfache, theils zusammengesetzte Bleisalze. Zu den letzteren, den zusammengesetzten, gehören vier auf Gängen im Grauwackengebirge zu Leadhill in Schottland vorkommende Arten, welche Brooke beschrieben und analysirt hat. Sie sind alle härter als Gyps nahe dem Kalkspath und fett- bis diamantglänzend.

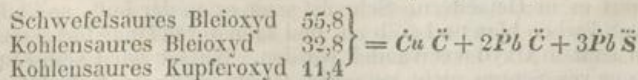
1) Der axotome Bleibaryt, Leadhillit, krystallisirt nach einem Rhomboöder von $72\frac{1}{2}^\circ$ über den Polkanten, oft mit gekrümmten Flächen, oder bildet blättrige krystallinische Massen. Gelblich oder grünlich weiss, durchscheinend bis durchsichtig. Spec. Gew. 6,3—6,5. Enthält



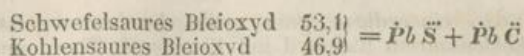
2) Der diplogene Bleibaryt, Kupferbleivitriol oder -spath, Bleilaur, krystallisirt in (2+1) gliedrigen Säulen von 119° , lasurblau, spec. Gew. 5,43; ist auch zu Linares in Spanien vorgekommen.



3) Der paratome Bleibaryt, Caledonit, krystallisirt in geraden rhombischen Säulen von 95° , ist dunkelspangrün, spec. Gew. 6,4.



4) Der prismatoëdische Bleibaryt, Lanarkit, krystallisirt (2+1) gliedrig, die Krystalle klein und undeutlich, daher der Säulenwinkel noch unbekannt, von vollkommen blättriger Structur. Gelblich in's Grünliche. Spec. Gew. 6,8—7.



Nachstehende Bleibaryte sind einfache natürliche Salze:

der diprismatische ist kohlensaures Bleioxyd,
 der hemiprismatische ist chromsaures Bleioxyd,
 der peritome ist basisches Chlorblei,
 der prismatische ist schwefelsaures Bleioxyd,
 der pyramidale ist molybdänsaures Bleioxyd,
 der rhomboëdrische ist phosphorsaures Bleioxyd. B.

Bleibaum. Stellt man in die Auflösung eines Bleisalzes, z. B. des essigsauren Bleioxyds eine kleine Zinkstange, so überzieht sich diese mit einer Schicht von glänzenden Bleiblätchen, weil die Säure eine grössere Verwandtschaft zum Zink als zum Blei hat, und daher jenes aufnimmt. Das Zink oxydirt sich dabei auf Kosten des ausscheidenden Bleioxyds, und das entstandene Blei setzt sich auf dem Zink ab, wo die beschriebene Zersetzung ihren Anfang nimmt. Durch den Contact des ausgefallten Bleies mit Zink entsteht ein elektrischer Strom, der auf die Flüssigkeit zersetzend wirkt. Das Zink wird +el. und an ihm sammeln sich daher der Sauerstoff aus dem Wasser und die Säure an, wodurch es oxydirt und aufgelöst wird; an dem —elektrischen Blei aber setzt sich das Blei aus der Auflösung in krystallinischen Blättchen ab, Wasserstoff entweicht, und indem sich wegen der elektrischen Anziehung ein Schüppchen an das andere hängt, entsteht ein baumartiges Wachsthum, welches der ganzen Bildung den Namen gegeben hat. B.

Bleiblütze heisst das arseniksaure Bleioxyd, wenn es sich in haar- oder flockenförmigen Krystallen findet. B.

Bleicarbonat ist natürliches kohlensaures Bleioxyd. B.

Bleichwasser (Fleckwasser, Eau de Javelle). Wenn man in eine Auflösung von gereinigter Pottasche so lange Chlor leitet, bis Lackmuspapier darin gebleicht wird, so sind dadurch Chlorkalium, doppelt kohlensaures, chlorsaures und unterchlorigsaures Kali entstanden, wie im Art. Chlorsaures Kali erklärt ist. Gewöhnlich scheidet sich dabei Chlorkalium mit Verunreinigungen der Pottasche, namentlich Kieselsäure ab, die man von der Flüssigkeit abseigt. Diese ist schwach gelblich, bisweilen von Chlormangan rosenfarbig, riecht nach unterchloriger Säure, der sie auch ihre bleichende Eigenschaft verdankt, da diese Säure ihren Sauerstoff leicht an Pflanzenfarben abgibt, welche dadurch gebleicht werden. Das unterchlorigsaure Kali verwandelt sich dabei in Chlorkalium. Früher wandte man diese Flüssigkeit zum Bleichen im Grossen an, wozu man jetzt Chlorkalk nimmt, und gebraucht sie nur zum Vertilgen von Obst- und Weinflecken in Leinzeug. Beim Kochen büsst sie ihre Bleichkraft ein, da sie dabei zerlegt wird. (s. Unterchlorige Säure, Chloralkalien und Chlorkalk). B.

Bleierde, ein erdiges, grau, gelb oder braun gefärbtes Gemenge von kohlenurem Bleioxyd mit Eisenoxyd, Thon- und Kieselerde, das an verschiedenen Orten, in der Eifel, bei Tarnowitz in Schlesien, Freiberg u. s. w. gefunden wird. Spec. Gew. 5,5. — Was man schaalige, verhärtete Bleierde oder Bleiniere nennt, ist ein ähnlich verunreinigtes und ähnlich aussehendes wasserhaltiges arseniksaures Bleioxyd. B.

Bleifahlerz, s. Bournonit.

Bleigelb, natürliches molybdänsaures Bleioxyd.

Bleiglätte s. Bleioxyd.

Bleiglanz ist das natürliche Schwefelblei.

Bleiglas. Das Glas ist ein Gemisch verschiedener kieselaurer Salze; setzt man Bleioxyd zu demselben, so entsteht auch kieselures Bleioxyd, und das Glas wird dadurch leichtflüssiger. Man bereitet daher überall ein mehr oder minder bleihaltiges Glas, wo man hohe Temperaturen nicht hervorbringen kann oder will. Ist man genöthigt, die Häfen d. i. die mit Glasmasse gefüllten Tiegel beim Schmelzen zu bedecken, wie dies bei Steinkohlen- und Torffeuerung erforderlich ist, damit nicht Russ oder Flugasche in dieselben falle, so lässt sich nicht eine so hohe Hitze wie bei offenen Häfen erreichen, und man bewirkt deshalb das Schmelzen bei niedrigerer Temperatur durch Bleioxyd. So gefertigtes Glas ist das Krystall- oder Flintglas. Mit den Materialien zu einem leichtflüssigen gewöhnlich sehr bleireichen Glase trägt man auch die Farben für die Porzellanmalerei auf, damit dieselben schon bei geringer Hitze auf dem Porzellan festschmelzen, weil zu hohe Temperatur sie zerstören würde. Auch für die Töpferglasur ist ein Bleiglas nöthig, damit die Geschirre wegen ihrer Schmelzbarkeit keiner zu starken Hitze beim Brennen und gleichzeitigen Schmelzen der Glasur ausgesetzt werden dürfen. B.

Bleigummi, ein unkrystallisirtes, in traubigen und nierenförmigen Massen von fasriger Structur zu Huelgoat in der Bretagne vorkommendes Mineral. Es ist gelblich und röthlich braun, glänzend. Spec. Gew. 6,4, nach Berzelius zusammengesetzt aus 40,14 Bleioxyd; 37,00 Thonerde; 18,80 Wasser; 2,6 Fremdartiges = $Pb\ \overset{A}{Al}_2 + 6H$. B.

Bleihornerz, -spath, Hornblei; krystallisirt in kleinen quadratischen Säulen von blättriger Structur, diamantglänzend, weiss und gelblich. Spec. Gew. 6,06. Kommt am Vesuv und zu Matlock in Derbyshire vor, und besteht nach v. Kobell aus 51 Chlorblei und 49 kohlenurem Bleioxyd = $Pb\ Cl + Pb\ \overset{C}{C}$. B.

Bleimulm, verwitterter Bleiglanz.

Bleiniere s. Bleierde.

Bleiocher, natürliches rothes Superoxyd.

Bleioxyd, $Pb = 1394,50$. In 100 : 92,83 Bl; 7,17 Sauerstoff, ist in beträchtlicher Menge an den mexikanischen Vulkanen gefunden worden. Rein erhält man es durch Glühen des reinen salpeter-oxal- oder kohlen-sauren Bleioxyds, wobei die Säuren ausgetrieben werden. Im Grossen wird es durch Schmelzen und Oxydation von Blei auf Flammeerden (Massicot) oder beim Abtreiben des Silbers (Glätte) gewonnen, enthält aber dann verschiedene Beimengungen.

Eigenschaften. Das reine Bleioxyd bildet gelbe oder braungelbe krystallinische Massen, aus grossen Mengen scheidet es sich bisweilen nach dem Schmelzen während des Erkalten in Rhombenoctaedern aus. Dieselben Krystalle erhält man auch auf nassem Wege, wenn essigsäures Blei mit Ammoniak im Ueberschuss, oder kochende kaus-tische Kalilauge bis zur Sättigung mit Bleioxyd versetzt wird, und man die Flüssigkeiten einige Zeiten stehen lässt. Neben den gelben Krystallblättchen bemerkt man auch häufig rothe, erhitzt man diese, so werden sie beim Erkalten gelb, die gelben dagegen beim Erhitzen roth, welche Färbung sich aber beim Abkühlen wieder verliert. Hieraus erklärt sich, weshalb Glätte oft roth ist ohne eine Spur Kupferoxydul oder Mennige zu enthalten (Mitscherlich). Spec. Gew. 8,01. An der Luft zieht Bleioxyd Kohlensäure an, wesshalb das käufliche mit Säuren aufbraust. In 7000 Th. ganz reinem Wasser ist es löslich; die Auflösung reagirt alkalisch und trübt sich augenblicklich wegen Anziehung von Kohlensäure, wenn sie der Luft ausgesetzt wird, daher sie ein äusserst empfindliches Reagens für Kohlensäure ist. Geringe Mengen von Salzen u. s. w. im Wasser hindern die Auflöslichkeit. Starke Basen wie Kali, Natron, Kalkerde lösen das Bleioxyd auf. Aus essigsäurem Bleioxyd schlagen Kali und Natron weisses Bleioxydhydrat nieder Pb_2H , das aber nach Winkelblech kein Hydrat ist. (Ann. der Pharm. XXI. 21.) — Die Glätte enthält immer noch etwas Silber, Kupferoxyd und andere Metalloxyde, und wird daher statt des Bleioxyds nur da angewendet, wo es auf Reinheit desselben nicht ankommt.

Bleioxyd wird zu vielen Zwecken benutzt, zum Bleiglas (s. d.), zur Töpferglasur, zu Firnissen, zu den Bleipflastern und anderen Bleipräparaten. Kocht man Bleioxyd in Kalkwasser, so verbindet es sich mit der Kalkerde und schießt damit in kleinen Krystallen an; man bedient sich dieser Auflösung um Haare, Horn u. dgl. schwarz zu färben, besonders um Horn schildpattähnlich zu machen.

Bleisalze. Das Bleioxyd giebt meist weisse oder farblose Salze, von denen die auflöslichen einen süssen zusammenziehenden Geschmack haben, und durch Schwefelwasserstoff schwarzbraun, durch Schwefelsäure und kohlen-saure Alkalien weiss, durch Zink metallisch (Bleibaum) gefällt werden. Schwefelsaures, kohlen-saures, phosphor-saures, arseniksaures, molybdänsaures und chromsaures Bleioxyd kommen in der Natur vor, so wie einige unter Art. Bleibaryt angeführte Doppelsalze. Schwefelsaures, salpetersaures, kohlen-saures und essigsäures Bleioxyd haben eine technische Wichtigkeit; unter den Haloidsalzen finden Chlor und Jodblei als Farbstoffe Anwendung. B.

Bleischimmer, ein lichtbleigraues, dichtes, metallisch glänzendes Mineral, scheint ein Gemenge aus Bleiglanz, Spiessglanz und etwas Arsenik zu sein. Spec. Gew. 5,9. B.

Bleischwärze, ein feinschuppiger verwitteter Bleiglanz. — Eben so heisst auch das durch einen geringen Kohlengehalt schwärzlich gefärbte kohlen saure Bleioxyd. B.

Bleischweif, lichtgrau, spec. Gew. 7,2, soll ein Gemenge von Bleiglanz und Spiessglanz sein. B.

Bleisesquioxyd, Pb besteht aus 89,62 Bl.; 10,38 Sauerst., wird erhalten beim Vermischen einer Auflösung von Bleioxyd in Kali mit unterchlorigsaurem Natron. Es ist ein röthlich gelbes Pulver, welches von Säuren in Superoxyd und Oxyd zerlegt wird, also keine Salze giebt. B.

Bleispath, natürliches kohlen saures Bleioxyd.

Bleisuboxyd wird der dunkle Ueberzug, der sich auf blankem Blei, namentlich beim Schmelzen, an der Luft erzeugt, genannt. Wenn man oxalsaures Bleioxyd in verschlossenen Gefässen mässig glüht, so erhält man ein dunkelgraues Pulver, das keinen Metallglanz unter dem Polirstahl annimmt und das reine Suboxyd Pb sein soll. (Boussingault). Nach Winkelblech nur eine Gemenge von Blei und kohlen saurem Bleioxyd. B.

Bleisuperoxyd, a) rothes, Mennige, früher als eine besondere Oxydationsstufe des Bleies betrachtet, wird jetzt ziemlich allgemein als eine Verbindung von Bleioxyd mit Bleisesquioxyd $\text{Pb} + \text{Pb}$ angesehen. Enthält in 100 Th: 90,66 Bl. und 9,34 Sauerstoff. Findet sich in geringer Menge als erdiger Ueberzug, oder in Afterkrystallen des Bleiweisses hie und da in der Natur. Man bereitet die Mennige dadurch, dass man feingemahlene und geschlämmte Bleioxyd in Blechkästen auf einem Flammheerd allmählig bis zum schwachen Glühen erhitzt, es darf jedoch nicht schmelzen. Es nimmt dabei Sauerstoff auf und verwandelt sich zu einem braunen, beim Erkalten hellroth werdenden Pulver. Um nichts unoxydirt zu lassen, wird die Operation noch einmal wiederholt, wobei auch die Farbe intensiver wird. Das in Mennige zu verwandelnde Bleioxyd muss möglichst fein zertheilt sein, damit der Sauerstoff überall zutreten kann, auch wird während des langsamen Erkaltes der Ofen verschlossen gehalten, um eine ungleiche Abkühlung zu vermeiden. Nimmt man statt des Bleioxyds Bleiweiss, so bleibt ein kleiner Theil desselben unzerlegt, und ertheilt der Mennige eine schöne Orangetfarbe. — Mennige giebt beim Erhitzen Sauerstoff ab und wird zu Oxyd reducirt, mit Salzsäure entwickelt sie Chlor, von Salpetersäure wird sie in braunes Superoxyd und Oxyd, das sich mit der Salpetersäure verbindet, zerlegt. Spec. Gew. 9,19 (Boullay). Man gebraucht die Mennige als Malerfarbe, zur Glasur für feinere Geschirre und zum Bleiglas, wozu sie sich theils wegen ihrer Reinheit besser eignet als das käufliche Bleioxyd, theils

wegen der Sauerstoffentwicklung in der Hitze, wodurch die Kohlentheile, welche zufällig in die Glasmasse gerathen, verbrannt werden.

b) **Braunes, Pl.** In 100 Th.: 86,62 Bl.; 13,38 Sauerstoff. Entsteht, wenn man auf Mennige Salpetersäure giesst. Aus 2 At. Mennige = $2(3Pb + 4O)$ werden 4 At. Bleioxyd, die sich mit der Säure verbinden und 2 At. braunes Superoxyd. Es ist ein dunkelbraunes Pulver, entwickelt beim Erhitzen Sauerstoff, mit Salzsäure übergossen entsteht Chlorblei, Chlor und Wasser. Reibt man es mit Schwefel zusammen, so entzündet sich dieser. Schweflige Säure wird mit grosser Heftigkeit absorbiert, es entsteht schwefelsaures Bleioxyd; daher benutzt man das braune Bleisuperoxyd, um schweflige Säure aus einem Gasgemenge abzuschneiden. Mehrere Tage der heissen Sonne ausgesetzt, wird es zu Mennige reducirt (Suckow), und ist nach Munck af Rosenschöld der stärkste bekannte negative Elektromotor. (Pogg. Ann. XXXV. p. 50.) B.

Bleivitriol ist schwefelsaures Bleioxyd. (s. d.)

Blende, das natürliche Schwefelzink (s. d.), hat den Namen von ihrem meist lebhaften eigenthümlichen Glanz. B.

Blendung (Diaphragma.) Blendungen nennt man undurchsichtige Scheiben mit kreisförmiger Oeffnung, welche man in den Röhren optischer Instrumente anbringt, um störendes Licht am Durchgange durch dasselbe zu hindern. In den Fernröhren und Mikroskopen, bei denen sie vorzugsweise angewendet werden, sind sie bestimmt, diejenigen Strahlen abzuhalten, welche der Deutlichkeit der erzielten Bilder schaden würden. Das Besondere hierüber s. in den Artikeln Fernrohr und Mikroskop. R.

Blitz. Die Bemerkung von Wall (Phil. Trans. 26. 1708. No. 314.), dass der aus einem geriebenen Stück Bernstein hervorbrechende knisternde Funken einigermaassen Donner und Blitz vorstelle, wurde durch die Versuche von Franklin *) zur Gewissheit erhoben, der im Jahre 1752 mittelst eines elektrischen Drahtes nachwies, dass die unter dem Namen Blitz bekannte, in den Gewitterwolken hervortretende, mit Geräusch verbundene Lichterscheinung elektrischer Art sey. Seine von Beccaria **) in's Grosse getriebenen Versuche sind stets wieder aufgenommen worden, wenn eine neue im Gebiete der elektrischen Erscheinungen aufgefundene Thatsache es wünschenswerth machte, die Identität der Wirkung des Blitzes und der einer elektrischen Entladung durch bisher noch nicht angestellte Prüfungen zu erhärten.

Das Erwärmen und Schmelzen metallischer Leiter, das Zersprengen der Körper, welche einen grösseren Leitungswiderstand darbieten, die Umkehrung der Polarität horizontaler Boussoleadeln durch

*) Briefe von der Electricität. 1758. S.

**) Lettere del electricismo.

einen mehr oder minder lothrecht herabfahrenden Blitz, das Magnetisiren eiserner Geräthschaften in Werkstätten, in welche der Blitz einschlug, sind bekannte hierher gehörige Erscheinungen. Hingegen ist das Verkürzen der den Blitz fortleitenden Metalldrähte, das Schmelzen des Sandes zu Blitzröhren, das Verstäuben der Metalle zu Pulver, und das Fortführen derselben erst die Veranlassung geworden, zu versuchen, ob ähnliche Ergebnisse durch kräftige Batterieschläge zu erhalten seyen. Auf das Verstäuben und Fortführen hat neuerdings besonders Fusinieri aufmerksam gemacht. (Biblioth. univ. XLVIII. 371. und XLIX. 1.) Die physiologischen Wirkungen des Blitzes hingegen sind durch Parallelversuche an elektrischen Flaschen von Raschig (Gilb. Ann. XXXI. 204. näher erörtert worden.

Die Erzählung Gebirgsreisender, Blitze unter ihren Füßen gesehen zu haben, beruht in der Regel auf optischer Täuschung, da Sommergewitter über die höchsten Gipfel der Alpen ziehen und Peytier und Hossard in den Pyrenäen die untere Fläche einiger Gewitter in einer Höhe von 3000—3300 Meter fanden. Condamine erlebte eines auf dem Pichincha in der Höhe von 4868 Meter, Saussure auf dem Col de Geant in 3471 Meter Höhe. Doch giebt es Beispiele in die Höhe fahrender Blitze, da in Steiermark am 1. Mai 1700 auf der Spitze des St. Ursulaberges 7 Personen neben dem Dr. Werloschnigg bei hellem Sonnenschein vom Blitze aus einem tiefer liegenden Gewitter erschlagen wurden. Daher erlaubt der durch Schmelzen hervorgebrachte glasartige Ueberzug mancher Felsarten, den man allgemein der Wirkung der Blitze zuschreibt, obgleich er sich auf den bedeutendsten Höhen findet, keinen Schluss auf die Höhe der Gewitterwolken, aus denen die Blitze fahren. Aus der Zeit zwischen Blitz und Donner erfährt man nach Lambert durch die bekannte Schallgeschwindigkeit den Abstand der Entzündungsstelle des Blitzes vom Beobachter und daraus durch den Höhenwinkel derselben ihre absolute Höhe. Denkt man sich den Donner dadurch entstehend, dass eine grosse Anzahl gleichzeitiger Explosionen, welche in einer Linie hinter einander liegen, von einem Standpunkte, also im Allgemeinen aus verschiedenen Entfernungen, und deswegen nach einander gehört werden, so kann man aus der Dauer des Donners auf die Länge des Blitzes schliessen. Diese bildet nämlich die Grundlinie eines Dreiecks, dessen beide andere Seiten der Abstand des Anfangs- und Endpunktes des Blitzes vom Beobachter sind. Da eine jede Seite eines Dreiecks grösser als der Unterschied der beiden andern ist, so giebt die Dauer des Donners in Secunden mit der Schallgeschwindigkeit multiplicirt eine Linie, welche kürzer ist als die Länge des Blitzes, doch müssen dabei Echo vermieden werden. Man erhält nach Arago auf diese Weise aus einer Beobachtung von Delisle 15165 Meter Länge für einen von ihm gesehenen Blitz. Die Blitze selbst theilt Arago (sur le tonnère) in drei Klassen:

- 1) zickzackförmige mit scharf begrenzten Rändern.
- 2) Blitze, welche grössere Theile der Wolken oder diese ganz erleuchten, am bezeichnendsten in der Form, von welcher man sagt: die Wolken öffnen sich;
- 3) Blitze in Form von Feuerkugeln, die sich langsamer bewegen als die drei ersten Klassen, welche momentan erscheinen.

Von den flackernden Blitzen hat Dove (Pogg. Ann. XXXV. 379.) mittelst eines Farbkreisels gezeigt, dass sie aus einzelnen von einander getrennten Entladungen bestehen, da die getrennt erscheinenden Farben desselben auf dem Kreisel herum zu springen scheinen, doch beobachtete derselbe selbst während der kürzesten Blitze die Täuschungen des Stereoskopes.

Blitze ohne Donner aus nahen Wolken sind vielfach beobachtet worden, doch sind es in der Regel Blitze ferner Gewitter. Da man auch den lautesten Donner nicht 4 deutsche Meilen weit hört, so ist die Häufigkeit dieser Erscheinung erklärlich. Ob Wetterleuchten bei scheinbar heitrem Himmel der Reflex von Blitzen unter dem Horizont sey, kann nach Arago's Vorschlag dadurch bestimmt werden, ob es in einem Polariskop Farben entwickelt.

Eine besondere Klasse von Blitzen bilden die zickzackförmigen, welche bei vulkanischen Ausbrüchen ununterbrochen, besonders in dem Aschenausbrüche, sich zeigen.

Die unter dem Namen Rückschlag bekannte Erscheinung, dass ein von dem Ende einer Gewitterwolke herabfahrender Blitz einen zweiten von der Erde nach dem anderen Ende der Wolke hin hervorrufft, ist von Lord Mahon (Principles of electricity. 1780.) näher auf die Vertheilungsphänomene der Elektrizität zurückgeführt worden. Für den Augenschein lässt sich schwer die Richtung beurtheilen, in welcher der Blitz seine Bahn durchläuft. Eine Theilung des Blitzes in zwei, ja drei Strahlen wird den Weg vom ungetheilten Strahl aus durchlaufen. Da der Blitz offene und verborgene Leiter sucht, so ist die Erfahrung, dass metallreiche Gegenden besonders von häufigen Blitzschlägen betroffen werden, eben nicht auffallend. Die Farbe des Blitzes ist entweder blendend weiss oder röthlich, doch kommen auch andere Nuancen vor, aber selten. Mitunter zeigen sich ähnliche Verästelungen an den starken Funken der Elektrisirmaschine. (s. Gewitter, Blitzableiter, Donner). Ausführlichere Untersuchungen finden sich in:

Reimarus: vom Blitze. 1778. 8.

Arrago: sur le tonnerre. Annuaire 1838.

D.

Blitzableiter. Man versteht darunter eine ununterbrochene leitende Verbindung der höchsten Theile eines Gebäudes mit dem Erdboden, dazu bestimmt, einen das Gebäude treffenden Blitz ohne zerreissende und zündende Explosion an demselben hinabzuführen. Das obere Ende des Blitzableiters wird durch die Auffangstange gebildet, die bei einem Gebäude die höchsten Schornsteine überragt und in eine vergoldete Spitze endet. Von manchen Physikern ist diese Auffangstange verworfen worden, da es gefährlich sey, den Blitz anzulocken, von anderen dringend empfohlen worden, da sie die Gefahr drohende Wolke langsam entlade. Diese Auffangstange kann aber nicht entbehrt werden, wo, wie bei den Masten der Schiffe, bereits eine weit vorragende Spitze vorhanden ist. Die aus biegsamen Gliedern bestehende Ableitung wird hier bis in das Wasser geführt. An festen Gebäuden ist diese Ableitung unbiegsam, entweder aus 3—6 Zoll breiten Bleistreifen bestehend, die auf Holz genagelt sind und zuerst über den First des Daches laufen, dann aber

auf möglichst kürzestem Wege nach dem Boden geführt sind, oder aus gut überfirnissten Eisenstangen zusammengesetzt, endlich auch eine Schnur zusammengeflochtener Messingdrähte bildend. Bei den ungleichen Stellen des Messings ist bei gleichem Gewicht eine grössere Anzahl dünner Drähte vorzuziehen, etwa 1 Pfund auf 40 Fuss Länge. Die Ableitung von der Mauer durch nichtleitende Holzstäbe zu trennen, hält Reimarus für unnöthig. Die einzelnen Bleistreifen werden auf die Weise an einander gefügt, dass der in Form eines \hookleftarrow endende untere Theil des oberen Streifens in dem in Form eines umgekehrten η endenden oberen Theil des unteren Streifens eingreift. Eisenstangen werden in einander geschraubt, Messingdrähte an einander gelöthet. Den schützenden Wirkungskreis einer Auffangsstange, deren Höhe zwischen 12 und 16 Fuss gewählt wird, rechnet man das Doppelte ihrer Höhe, so dass bei einem Gebäude von 40 oder 50 Fuss Länge eine Auffangsstange genügt. Wo mehrere Auffangstangen nöthig sind, stellt man sie an die Ecken des Dachfirstes. Das obere, ein Fuss lange, vierkantige, zugeshärfte Ende derselben ist von Kupfer und oben 2 Zoll weit im Feuer vergoldet. Je grössere Metallmassen an bestimmten Stellen des zu schützenden Gebäudes vorhanden sind, desto mehr muss die äussere Ableitung von ihnen entfernt werden, und desto stärker daher dort der Blitzableiter sein, um Uebersprünge zu vermeiden. Da der am Boden ankommende Blitz sich leicht auf demselben verbreitet, so muss das untere Ende des Ableiters in feuchtes Erdreich oder Wasser eindringen, wobei es vortheilhaft sein soll, die Ableitungsstange hier zu verüsteln. Nach den bei den electro-magnetischen Telegraphen erhaltenen Resultaten wird die Leitungsfähigkeit des Bodens sehr gesteigert, wenn man den Draht in eine grössere Metallplatte enden lässt. Diess möchte ebenfalls bei Blitzableitern vortheilhaft sein. Der im feuchten Erdreich endende Blitzableiter kann, um vor Rost geschützt zu werden, von Kohlenpulver umgeben werden, welches als guter Leiter seine Wirksamkeit eher steigert als vermindert. Der Erfinder der Blitzableiter ist Franklin, der durch die ableitende Wirkung der Spitzen darauf geführt wurde, eine plötzliche zerreissende Entladung in eine langsamere zu verwandeln und deren Anwendbarkeit auf das Gewitter im Jahre 1753 vorschlug. Der erste Blitzableiter wurde 1754 von Divisch in Mähren errichtet, seine Einrichtung aber so wesentlich durch Reimarus verbessert, dass alle späteren Vorschläge gewöhnlich auf die des Reimarus zurückkommen. In dieser Beziehung sind besonders zu nennen: die Instruction der Pariser Academie in Gilbert's Ann. LXXVII. p. 403. und die neuerdings für die englische Marine von Harris in Plymouth veröffentlichte Anleitung zur Anlegung von Schiffsb Blitzableitern. Hauptwerk ist noch jetzt: Reimarus ausführliche Vorschriften zur Blitzableitung an allerlei Gebäuden; aufs Neue geprüft und nach zuverlässigen Erfahrungen in Hinsicht auf Sicherheit und Bequemlichkeit entworfen. Hamburg 1794. 8. 386 Seiten. D.

Blitzrad. Dieser von Neef angegebene Apparat, eine galvanische Kette oder Säule schnell wiederholt zu schliessen und zu öffnen, besteht aus einer horizontalen Kupferscheibe, in welcher runde, mit Glas nachher wieder ausgefüllte, gleich weit von einander

abstehende Löcher gebohrt sind, die nahe dem Rande die ununterbrochene Mitte der Scheibe kreisförmig umgeben. Die Achse dieser Scheibe läuft in einem Quecksilbergefäss, welches mit dem einen Pole der Säule durch einen Draht verbunden ist. Der andere Polar Draht schleift auf dem durch die Glasstücke unterbrochenen Rande. Berührt er Glas, so ist die Säule geöffnet, berührt er das Kupfer, hingegen geschlossen. Verbindet man den ersten Draht durch eine Nebenleitung mit der einen Hand, den andern schleifenden ebenso mit der andern Hand, so geht der elektrische Strom durch den Körper wenn der Draht Glas berührt, wählt hingegen den besser leitenden Weg in der Scheibe, so wie er Kupfer berührt. Durch Steigerung der Drehungsgeschwindigkeit gehen die physiologischen Wirkungen des Oeffnens und Schliessens in das eigenthümlich brennende Gefühl des dauernden Schlusses über. Auch wird bei grosser Rotationsgeschwindigkeit die Ablenkung einer unter dem Zuleitungsdraht befindlichen Nadel ohne Schwankungen vollkommen constant. Eine einfachere, dasselbe leistende Vorrichtung ist ein gezähntes Rad, dessen Achse die eine Zuleitung darbietet, während ein gegen die Zähne federnder Draht abwechselnd schliesst und öffnet. D.

Blitzröhren. An Stellen, wo der Blitz in Sandboden geschlagen hat, findet man senkrechte, mitunter bis 40° geneigte Röhren, welche sich häufig in der Tiefe verästeln, und ihrer ganzen Länge nach inwendig mit einem glasartigen, hyalitartigen Ueberzuge bedeckt sind, der so hart ist, dass er Glas ritzt und am Stahl Feuer giebt. Fiedler hat sie in Gilbert's Ann. LV. 121. am ausführlichsten beschrieben, und Hagen bei Rauschen auf einer Düne der samländischen Ostseeküste unmittelbar nach dem Einschlagen des Blitzes ausgegraben. Sie sind eine unmittelbare Schmelzung des Blitzes und von Savart auch durch künstliche Electricität nachgebildet worden. D.

Blödit, ein nach dem Naturforscher Blöde benanntes, zu Ischl in Oesterreich vorkommendes, dichtes Mineral von faseriger Structur, zwischen fleisch- und ziegelroth. Besteht nach John aus 33,34 schwefelsaurem Natron; 36,66 schwefelsaurer Talkerde; 22,00 Wasser; 0,33 schwefelsaurem Manganoxydul; 0,33 Chlornatrium; 0,34 basisch schwefelsaurem Eisenoxyd. B.

Blüthenstoff, der eigenthümliche Bestandtheil der Pollen, daher auch Pollenin genannt. M.

Blutflauge, die Auflösung vom Blutlaugensalz, einer Verbindung von Eisencyanür mit Cyankalium. Der Name dieses Doppelsalzes stammt aus der Zeit, wo man sich vorzugsweise des Blutes zu seiner Darstellung bediente. s. Cyaneisenkalium. B.

Blutstein heisst der faserige Rotheisenstein.

Bocksäure s. Hircinsäure.

Bockseife, ein mineralogischer Ausdruck. s. Bergseife.

Bodenwärme. Unter Bodenwärme versteht man die Temperatur der oberen Erdschichten, welche noch an den jährlichen Wärmeveränderungen Antheil nimmt. Die Mächtigkeit dieser veränderlichen Schicht ist verschieden, je nach der Grösse der Aenderungen der Luftwärme, also am kleinsten am Aequator, wo sie nach Boussingault's Bestimmungen nur wenige Fuss beträgt und dann immer zunehmend nach den Polen hin. Die Temperatur dieser oberen Erdschichten wird bestimmt durch eingegrabene Thermometer von Weingeist mit sehr langen Röhren, die noch über den Boden herausragen und an diesem Theile eine Scale tragen, oder durch vergrabene Wasserflaschen, welche in hölzernen Röhren in die Erde eingesenkt sind, deren Mündung durch einen Embolus von Werg und Leinwand geschlossen wird. Durch vergrabene Thermometer sind die Beobachtungen in Zürich, Edinburgh, Paris, Upsala, Heidelberg und Brüssel angestellt, während Bischof das letztere Verfahren in Bonn angewendet hat. Die gefundenen Ergebnisse der Beobachtungen sind folgende:

1) an demselben Orte nimmt die Grösse der jährlichen Veränderungen mit der Tiefe immer mehr ab, und zwar nach Fourier die der Tiefe p entsprechende Temperaturdifferenz Δ_p in einer geometrischen Reihe, wenn p in einer arithmetischen zunimmt.

Quetelet findet in dieser Beziehung, wenn Δ_p die der in Fussen angegebenen Tiefe entsprechende Differenz in Centesimalgraden ist:

Brüssel	$\log \Delta_p = 1,15108 - 0,04149 p$
Zürich	$= 1,21741 - 0,03844 p$
Edinburgh	$= 1,068119 - 0,05260 p$
Paris	$= 1,37633 - 0,04856 p$
Upsala	$= 1,29245 - 0,05265 p$
Heidelberg	$= 1,282853 - 0,03729 p$
Schwetzingen	$= 1,25042 - 0,03877 p$

Die letzten beiden Bestimmungen sind von Muncke. Als ein Vergleich der Beobachtung und Rechnung möge Brüssel dienen, 1834—1839.

Tiefe.	Wärmeunterschied.	
	Beobachtung.	Berechnung.
Oberfläche	16,90	
0,58	13,29	13,40
1,38	12,41	12,41
2,31	11,45	11,36
3,08	10,71	10,55
12	4,57	4,50
24	1,42	1,43

Hingegen fand Bischof in Bonn in 6, 12, 24, 36. Fuss Tiefe die resp. Aenderungen 9,9, 6,5, 3,9, 2,2, 1,25, 0,65 Réaum., deren Quo-

tienten 1,523, 1,666, 1,773, 1,760, 1,923 nicht, wie theoretisch angenommen wird, constant sind.

2) Die Schnelligkeit der Abnahme der Veränderungen mit der Tiefe hängt von der geognostischen Beschaffenheit des Bodens ab. In der Nähe von Edinburgh geben nach Forbes eingegrabene Thermometer:

Tiefe.	Jährliche Wärmeunterschiede		
	im Trapp.	im Sand.	im Sandstein.
3'	10,53	11,23	9,58
6'	6,61	8,30	7,72
12'	3,05	4,19	5,22
24'	0,80	1,16	2,28

wonach die jährlichen Veränderungen im Trapp bei 58' Tiefe, im Sand bei 72' und im Sandstein bei 97' Tiefe verschwinden würden.

Nach Quetelet's Beobachtungen verschwinden die täglichen Veränderungen in einer etwa 19mal geringeren Tiefe als die jährlichen, für welche letztere 60—75 Fuss im gewöhnlichen Erdreich etwa die Grenze sein möchte. Quetelet fand nämlich für die Wärmeänderungen von ein Grad, ein Zehntel Grad und ein Hundertel folgende Tiefen in Fussen:

	1°	0,1°	0,01°
Edinburgh	20,3'	39,3'	58,3'
Upsala	24,6	43,5	62,5
Zürich	27,3	49,5	71,4
Paris	28,0	48,5	68,9
Brüssel	27,7	51,8	75,0

3) Der Eintritt der Extreme und die Zeit der mittleren Wärme im Frühling und Herbst an der Oberfläche verspätet sich desto mehr, je tiefer man eindringt.

Die Brüsseler Beobachtungen ergeben in dieser Beziehung für die Zeit, welche verfließt, bis das an der Oberfläche beobachtete Extrem in der gegebenen Tiefe vorkommt.

Tiefe.	Maxima.	Minima.	1 Mittel.	2 Mittel.
	6 Tage.	12 Tage.	6 Tage.	5 Tage.
0,58'	12 -	19 -	10 -	14 -
1,38	19 -	31 -	15 -	18 -
2,31	22 -	41 -	21 -	23 -
3,08	27 -	51 -	27 -	29 -
12	87 -	93 -	74 -	81 -
24	148 -	151 -	136 -	148 -

22 *

Nimmt man aus der Zeit, in welcher die Extreme und die Mittel in einer bestimmten Tiefe vorkommen, das Mittel, so findet man für die Extreme die Zahlen 7, 14, 21, 27, 84, 146, für die Mittel 5, 12, 16, 22, 77, 142 Tage.

Um eine deutliche Anschauung des Vorganges zu erhalten, enthält die folgende Tafel den Tag selbst, an welchem die Extreme und Mittel beobachtet wurden:

	wärmster	kältester	mittlere Wärme	
	Tag.	Tag.	am	am
in 10 Fuss Höhe	18. Juli.	7. Jan.	3. Mai.	22. Oct.
am Boden	18. -	17. -	3. -	21. -
in 0,58' Tiefe	24. -	29. -	9. -	26. -
- 1,38 -	30. -	5. Febr.	13. -	4. Nov.
- 2,31 -	6. Aug.	17. -	18. -	8. -
- 3,08 -	9. -	27. -	24. -	13. -
- 12 -	14. Oct.	20. April.	16. Juli.	10. Jan.
- 24 -	13. Dec.	17. Jun.	16. Sept.	18. März.

Aehnliche Resultate sind in Paris gefunden worden. Das Maximum kam in 20 Fuss Tiefe am 15. November an, in 25' Tiefe am 18. December; hingegen ist der kälteste Tag in 20' Tiefe der 10. Mai, in 25' Tiefe der 13. Juni, die an der Oberfläche 16,87 C. betragende jährliche Wärmeänderung war in 5 Fuss 13,02°, in 10 Fuss 7,8°, in 20 Fuss 2,48°, in 25 Fuss nur 1,41. In dem 28 Meter tiefen Keller der Pariser Sternwarte betrug von 1817—1834 der grösste jährliche Wärmeunterschied 0,14 im Jahre 1824, der kleinste 0,016 im Jahre 1834, während die mittlere Wärme sich allmählig von 11,779 bis 11,971 erhoben hat, und zwar an zwei Thermometern beobachtet, wobei die mögliche Verengerung der Kugel des Thermometers aber nicht ermittelt worden ist. In Brüssel zeigt sich eine mit der Tiefe fortwährende Zunahme der mittleren Temperatur, nämlich in den angegebenen Tiefen folgende Mittel: 9,34, 9,74, 10,03, 10,78, 11,93, 11,84 C., die aber eben so wenig in Beziehung auf mögliche Verückung des Nullpunktes der Scale geprüft sind.

Nähere Untersuchungen in:

Quetelet: mémoire sur les variations diurne et annuaire de la température et en particulier de la température terrestre à différentes profondeurs. Bruxelles 1837. 805. 4.

Quetelet: Deuxieme mémoire sur les variations annuelles de la temperature de la terre à différentes profondeurs. Bruxelles 1840. 4. 52 Seiten.

Bischof: Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers. Leipz. 1837. 512 Seiten. 8.

Dove: Repertorium der Physik. III. p. 284. 310. D.

Bohnerz, rundliche Körner von ockergelber oder brauner Farbe und erdigem Bruch, bestehen aus Eisenoxydhydrat gemengt

mit Thon oder Sand. Sie sind meist nur von Dammerde oder Lehm bedeckt und kommen in Lagern, am ausgezeichnetsten am Rande des Schwarzwaldes und im Schweizer Jura vor. B.

Bol, Bolus, (von βολος Erdscholle), auch Lemnische Erde, eine gelbe oder braunrothe Thonart von muschligem Bruch, matt schimmernd bis fettglänzend, hängt ziemlich stark an der Zunge, zerspringt im Wasser mit Knistern, spec. Gew. 1,9—2. Unschmelzbar. Die chemische Zusammensetzung wird verschieden nach den Fundorten angegeben; der Hauptsache nach aber besteht Bol aus basisch kiesel-saurer Thonerde mit Wasser, nebst kleinen Beimengungen von Kalk, Bittererde und Eisenoxyd. Bol findet sich in Basalt, Wacke, am Ha-bichtswald bei Kassel, zu Striegau in Schlesien, Siena in Toskana, Lemnos u. s. w. Man gebraucht ihn als Farbe in der Freskomalerei, und früher galt er als ein wichtiges Universalheilmittel, das in kurzen Cylindern mit einem Siegelabdruck auf der oberen Fläche verkauft wurde. Kastner's Archiv. XI. 466. Schweigg. LXVI. 31. B.

Boletsäure, von Braconnot aus Boletus pseudoigniarius dargestellt. Sie bildet farblose, sauer schmeckende, luftbeständige, vierseitige Prismen, welche sich schwer in Wasser lösen, leicht in Alkohol, und unverändert sublimirt werden können. Sie ist bis jetzt erst unvollständig untersucht. M.

Bologneserspath-stein, ist strahliger Schwerspath, der zu Bologna am Monte paterno in schiefrigem Thonmergel vorkommt, aus welchem er nach heftigen Regengüssen ausgewaschen wird. Findet sich auch zu Amberg in der Oberpfalz gleichfalls in Thonmergel. B.

Boloretin, ein in den jütländischen Torfarten (Lyseklyn) mit vielen Fichtennadeln vorkommendes Harz, welches Steenstrup genauer untersucht hat. Es kommt auch in den frischen Tannennadeln vor. Diess schmilzt bei 75°, das der abgefallenen Nadeln bei 76,25° und das aus dem Lyseklyn bei 79,4°. Es besteht aus $C_{66}H_{40}O_3$, ebenso wie das Betulin. Journ. f. prakt. Chem. XX. p. 460. M.

Bor, Boron $B=136,204$, ein einfacher, nicht metallischer Stoff, der nur selten in der Natur vorkommt, am häufigsten als Bestandtheil des Borax, wurde 1809 von Gay-Lussac entdeckt. Es ist als ein grünlich-braunes unschmelzbares Pulver bekannt, das bei gewöhnlicher Temperatur sich nicht verändert, aber beim Erhitzen an der Luft zu Borsäure verbrennt. Man erhält es, wenn gleiche Theile Fluorborkalium mit Kalium erhitzt werden, wobei Fluorkalium sich bildet, das durch Auswaschen mit salmiakhaltigem Wasser von dem rückständigen Bor abgeschieden wird, denn in reinem Wasser ist Bor nicht unlöslich. Von den wenigen bekannten Verbindungen ist die mit Sauerstoff, die Borsäure, die wichtigste. Pogg. II. 138. 145. B.

Boracit krystallisirt gleichgliedrig in Würfeln, Rhombendo-

dekaedern u. s. w. mit tetraëdrischen Flächen. Die Krystalle sind vom Mittelpunkt aus stänglig abgesondert, und geben beim Erwärmen acht elektrische Pole, die negativen an den durch glatte Tetraëderflächen abgestumpften Würfecken, die positiven an den diesen entgegengesetzten Ecken. Beim Abkühlen kehren sich diese Pole um. (Köhler: Pogg. Ann. XVII. 150.) Boracit ist von Härte des Quarzes, farblos, weiss, grau, grünlich oder gelblich, hat muschligen Bruch und nach Brewster doppelte Strahlenbrechung, was bei regulären Krystallen sonst nicht der Fall ist. Spec. Gew. 2,95. Vor dem Löthrohr unter Aufschäumen schmelzbar. Die besten Analysen geben im Mittel die Zusammensetzung zu 30,72 Talkerde und 69,28 Borsäure, woraus Arfvedson die ungewöhnliche Formel $\overset{M}{Mg}_3\overset{B}{B}_4$ ableitete, die man später in $\overset{M}{Mg}\overset{B}{B}$ umwandelte, und also den Boracit als neutrale borsäure Talkerde ansah. Rammelsberg hat indess gezeigt, dass auf 3 At. Talkerde 4 At. Borsäure kommen, und dass der Boracit vielleicht ein Doppelsalz: $\overset{M}{Mg}\overset{B}{B} + \overset{M}{Mg}_2\overset{B}{B}_3$ sey. (Pogg. Ann. XLIX. 445. und L. 340.) Boracit findet sich im Gyps bei Lüneburg und bei Segeberg in Holstein. B.

Boraxweinstein (Tartarus boraxatus, Cremor tartari solubilis), $3\overset{K}{K}\overset{T}{T} + \overset{Na}{Na}\overset{T}{T} + 2\overset{B}{B}\overset{T}{T} + 3\overset{H}{H}$, entdeckt und beschrieben von Le Fevre. Nach preussischer Pharmacopöe löst man 1 Th. Borax in 10 Th. heissen Wassers auf, setzt 3 Th. Weinstein hinzu und lässt die Masse stehen, dann filtrirt man und dampft ab, bis sie nicht mehr klebt. Er bildet dann eine gelblich-weisse, zerfliessbare Masse, die bittersauer schmeckt, in Wasser löslich, in Alkohol aber unlöslich ist. Schweigg. Journ. XVIII. 180. Schweigg. Journ. der Chem. IV. 333. M.

Borsäure, $\overset{B}{B} = 436,204$. In 100 Th.: 31,22 B.; 68,78 Sauerstoff. Wurde 1702 von Homberg entdeckt, daher ihr älterer Name sal sedativum Hombergii. Kommt mit Schwefel gemengt auf Vulkanen und im Schlamm heisser schwefelwasserstoffhaltenden Quellen und Tümpel in Italien, namentlich bei Sasso unfern Siena vor, woher die natürliche Borsäure den Namen Sassolin erhalten hat. Sie bildet gewöhnlich schuppige und fasrige Massen, in der tafelförmige eingliedrige Krystalle beobachtet sind. Durch Auslaugen des Schlammes und Eindunsten der Auflösung gewinnt man Borsäure, die man zur Bereitung des künstlichen Boraxes benutzt. In Toskana gewinnt man jährlich in vier grossen Etablissements 700000 Pfund Borsäure. (Lardereel in Berzelius Jahresbericht. XIV. 193.) Künstlich stellt man Borsäure aus dem borsäuren Natron (Borax) dar, den man in heissem Wasser auflöst, und mit Salzsäure oder Schwefelsäure zerlegt. Beim Erkalten scheidet sich die Borsäure in Schuppen aus.

Eigenschaften. Diese Schuppen sind das Hydrat der Borsäure und enthalten 43,6 pCt. oder 3 At. Wasser. Sie löst sich schwierig in kaltem, aber schon in 3 Th. siedendem Wasser. Die Auflösung schmeckt bitterlich, kaum sauer. In Alkohol gelöst, ertheilt sie der Flamme desselben eine schöne grüne Farbe. Beim Erhitzen bläht sie sich auf, verliert ihr Wasser, schmilzt und erstarrt dann zu einem Glase, das an der Luft Wasser anzieht und sich dadurch trübt. Sie

ist nur eine schwache Säure, Curcuma wird wie von einer Base braun von ihr gefärbt; aber da sie feuerbeständig ist, so treibt sie in der Glühhitze die stärksten Säuren aus. Man gebraucht sie in Frankreich zur Darstellung des künstlichen Boraxes. B.

Borsaures Natron, Borax, $\text{Na B}_2 + 10\text{H} = 2388,4$, In 100 Th.: 16,37 Natron; 36,53 Borsäure; 47,10 Wasser. Kommt aus Tibet, wo er sich am Boden einiger Seen befindet. Er ist gewöhnlich mit einer seifenartigen Rinde umzogen, von der man ihn früher nur in Venedig befreite, wesshalb der raffinierte auch venetianischer Borax heisst, während Mineralogen den rohen Borax Tinkal nennen. Jetzt raffiniert man ihn an verschiedenen Orten in Europa durch Abspülen mit schwacher Natronlauge oder Kalkwasser, Auflösen und langsames Krystallisiren. Man macht auch künstlich Borax, indem man die in Italien gewonnene Borsäure mit kohlensaurem Natron sättigt und krystallisiren lässt.

Borax krystallisirt in farblosen, schiefen, rhombischen Säulen, verwittert oberflächlich etwas, löst sich in 12 Th. kaltem und 2 Th. heissem Wasser. Beim Erhitzen verliert er sein Krystallwasser, und schmilzt endlich zu einem Glase, welches Metalloxyde auflöst und von ihnen meist sehr charakteristisch gefärbt wird. Daher bedient man sich des Boraxes sehr oft zu Löthrohrversuchen, zum Löthen, ausserdem als Flussmittel bei feinen Gläsern und zur Darstellung der Borsäure.

Lässt man Borax aus einer 60—70° heissen Auflösung krystallisiren, so schießt er in Octaëdern an, die nicht verwittern, und nur 5 At. Wasser enthalten ($\text{Na B}_2 + 5\text{H}$). B.

Borsaure Salze. Mit den Alkalien giebt die Borsäure lösliche, mit den übrigen Basen schwer oder unlösliche Salze, die beim Erhitzen zu glasartigen Massen zusammenschmelzen. In den neutralen Salzen hat die Säure dreimal mehr Sauerstoff als die Basis, in dem verbindet sie sich in noch vielen anderen Verhältnissen mit diesen. Setzt man die Sauerstoffmenge der Säure 18, so giebt es Salze, deren Sauerstoff 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 4, 6, 9, 18 beträgt. (Rammelsberg in Pogg. Ann. XLIX. 459.) Man erkennt die Borsäure aus der grünen Flamme, welche Alkohol beim Verbrennen zeigt, den man auf das zuvor durch Schwefelsäure zerlegte Salz gegossen hat. B.

Botryogen, ein Mineral, das traubige und nierenförmige Ueberzüge von rothbrauner bis in's Ockergelbe ziehender Farbe bildet, daher sein Name von $\beta\acute{o}\tau\rho\upsilon\gamma\omicron\nu\sigma$ Traube und $\gamma\epsilon\rho\rho\acute{o}\varsigma$ ich bringe hervor, wegen der Aehnlichkeit mancher Exemplare mit Weintrauben. Es kommt mit Eisenvitriol und Bittersalz zu Fahlun auf Gyps und Schwefelkies vor. Die kleinen und seltenen Krystalle sind (2+1)gliedrige Säulen von 119°56'. Zerfällt in feuchter Luft, ist löslich in Wasser, die Auflösung schmeckt nach Eisenvitriol. Spec. Gew. 2,04. Ist basisch schwefelsaures Eisenoxyduloxyd = $\text{Fe}_2\text{S}_2 + 3\text{FeS}_2 + 36\text{H}$, (Berzelius), gewöhnlich mit Bittersalz und Gyps gemengt. B.

Botryolith, seither allgemein für eine traubige Varietät des Datolith gehalten, woher sein aus *βότρυον* Traube und *λίθος* Stein gebildeter Name, ist aber nach Rammelsberg vom Datolith dadurch verschieden, dass dieser halb soviel Wasser als der Botryolith enthält. (Pogg. Ann. XLVII. 177.) s. Datolith. B.

Boulangerit, ein nach dem Mineralogen Boulanger benanntes Erz, der es zuerst untersuchte. Es ist derb, bleigrau, unvollkommen fasrig, schwach metallglänzend. Schmilzt leicht vor dem Löthrohr unter Verbreitung von Schwefelgeruch. Besteht aus Schwefelantimon mit Schwefelblei Pb, Sb . Es ist in Frankreich, Lappland, Sibirien und Deutschland gefunden worden. (Pogg. Ann. XLVI. 281.; XLVII. 493.) B.

Bournonit, nach dem Grafen Bournon, der das Mineral zuerst beschrieb. Ein stahl- bis bleigraues Fossil, das in 2gliedrigen Säulen von $96^{\circ} 31'$ krystallisiert, auch derb und eingesprengt sich findet. Metallglänzend, undurchsichtig, nahe von Kalkspathhärte, spec. Gew. 5,8. Bournonit ist schmelzbar vor dem Löthrohr und ein Doppelsalz aus Schwefelsalzen, worin Schwefelantimon die Säure, Schwefelblei und Schwefelkupfer die Basis vorstellen: $2Pb, Sb + Cu, Sb$. Kommt nur selten in Thonschiefer zu Andreasberg, Horhausen in Rheinpreussen, Siebenbürgen und Cornwall vor. B.

Bouteillenstein, ein in eckigen Stücken und Geschieben zu Moldauein bei Budweiss in Böhmen vorkommender pistaciengrüner, ziemlich durchsichtiger Obsidian von rauher Oberfläche. B.

Branderz ist bituminöser Zinnober.

Brandöl. Bei der Destillation nicht flüchtiger organischer Stoffe scheidet sich jedesmal neben dem Wasser und andern in demselben aufgelösten Stoffen eine veränderliche Menge eines braunen Oeles aus, welches auf dem Wasser schwimmt. Wird dasselbe abgenommen und von Neuem destillirt, so bildet sich ein pechartiger Rückstand, das sogenannte Brandharz, und ein wenig gefärbtes Oel geht über, dieses ist das Brandöl, welches jedoch bei verschiedenen Stoffen verschieden ist. Meistens scheint es ein Kohlenwasserstoff zu sein. M.

Brandschiefer, ein schwarzer, dünnschiefriger, mit viel Kohle durchdrungener Thon. B.

Branntwein. Die Darstellung des Branntweins ist eine schon acht Jahrhundert alte Kunst, hat aber in neuer Zeit eine gewaltige Ausdehnung erhalten. Man bereitet ihn besonders im Norden aus Getreide und Kartoffeln, sonst auch aus Wein und andern Pflanzen, die Stärkemehl und Zucker enthalten. Man nimmt in der Regel mehrere Getreidesorten zugleich und, zwar gemalztes und ungemalztes Korn unter einander, und schrotet dieses ziemlich fein und verwen-

det es so zur Maische. Zum Einmaisohen rührt man erst das Schrot mit Wasser von 38° an (Einteigen), dann wird dieser Teig mit kochendem Wasser durchgerührt (Gahrbrühen), so dass die Maische eine Temperatur von circa 60° erhält. Nun bildet sich der Zucker, die Maische wird dünner und süß, muss aber auch schon gekühlt werden, und sobald dieselbe den höchsten Grad der Süße erreicht hat, setzt man kaltes Wasser hinzu (Zukühlen). Darnach wird die Maische in nicht zu hoher Temperatur in Gährung gestellt, und ungefähr 48 Stunden im Zustande der Gährung gelassen. Un- genügende und zu heftige Gährung sind für die Darstellung gleicher- weise schädlich.

Zur Bereitung des Branntweins aus Kartoffeln, die in neuester Zeit überwiegender Vortheile wegen ein breiteres Feld gewonnen hat; die Kartoffeln werden mit trockenem Sand gewaschen, dann mit Dampf gekocht und darnach in die Quetschmühle gebracht und zer- malmt. Um die Kartoffeln einzumaischen, setzt man ihnen wenigstens $\frac{1}{4}$ von geschrotetem Gerstenmalz zu. Diese Maische wird in einer Stunde süß genug und muss dann abgekühlt werden. Zu einem kleinen Theil der ganzen Maische setzt man Hefe, und wenn dieser Theil dann in Gährung gerathen ist, was sehr bald geschieht, so schüttet man ihn zu dem Ganzen, was dann auch schnell in Gährung übergeht.

Hat die Gährung stattgefunden, so destillirt man, um den gebil- deten Branntwein auszusondern, in möglichst platten Blasen mit gros- sen weiten Helmen, aus welchen der Dampf, um condensirt zu wer- den, in den Kühlapparat tritt, und als Branntwein ausläuft. Die wei- tere Rectification vergl. Alkohol.

Dingl. polyt. Journ. XX. 41., XVI. 526. Hermbstädt: chem. Grundsätze der Kunst zu brennen. 2te Aufl. Berlin 1832. — Hermb- städt chem. Grunds. der Destillirkunst und Liqueurfabrication. Berl. 1818. — Dorn: prakt. Anleit. zum Bierbrauen und Branntweinbren- nen. 3te Aufl. Berl. 1833. Eytelwein: über Anlage und Einrichtung von ländl. Kartoffelbranntweinbrennereigebäuden. Berl. 1836. Prechtl: technologische Encyclopädie. III. 1. Förster: der Gewerbbetrieb der Branntweinbrennerei und Bierbrauerei. 2te Aufl. Berlin. 1830. Otto: Lehrb. der rationellen Praxis der landwirthschaftlichen Ge- werbe. Braunschweig. 1838. p. 116—268. B.

Branntweinbrennerei s. Branntwein.

Branntweinfusel. Das ätherische flüchtige Fuselöl, welches sich in dem rohen Branntwein aus Kartoffeln und Getreide befindet, führt diesen Namen; es ruft den fuseligen, unangenehmen Geschmack hervor, welcher dem nicht gereinigten Alkohol eigenthümlich ist. Das Fuselöl der Kartoffeln und des Getreides sind von einander sehr ver- schieden, und eine geringe Spur derselben, welche in dem sorgfältig gereinigten Alkohol zurückzubleiben pflegt, lässt noch entdecken, ob derselbe von Kartoffeln oder von Getreide bereitet worden ist. Um diess zu finden, wird der Alkohol im Wasserbade bis zu $\frac{1}{4}$ einge- dampft, der Rückstand mit kaustischem Kali versetzt, und nun im Wasserbade zur Trockniss verdunstet; die trockne Masse wird mit

verdünnter Schwefelsäure versetzt und gelinde erhitzt. Der Fuselgeruch, welcher sich dabei sehr lebhaft entwickelt, lässt durch seinen höchst verschiedenen Geruch sogleich entdecken, ob der Brauntwein aus Kartoffeln oder Korn erhalten ist. Auch auf Rum und Arrac, welche gleichfalls Fuselöl enthalten, ist diese Probe anwendbar. Vergl. den Art. Fuselöl. M.

Brasilin, ein Farbstoff, von Chevreul aus Fernambukholz rein dargestellt, zeigt kleine orangefarbene Krystalle, die sich in Wasser, Weingeist und Aether röhlich auflösen. Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. 266. Schweigg. Journ. XXXV. 216. 329. M.

Braunbleierz, das natürliche phosphorsaure Bleioxyd.

Brauneisenerz, -stein, -ocker, ist natürliches Eisenoxydhydrat. — Der Braunsteinrahm ist erdiges Manganoxydhydrat mit Eisenoxyd gemengt. B.

Braunit, das natürliche Manganoxyd.

Braunkalk s. Bitterkalk.

Braunkohlen sind Lager, hauptsächlich von Bäumen, welche bei früheren gewaltsamen Veränderungen der Erdoberfläche verschüttet worden sind, und unter einem mächtigen Druck eine allmähliche Zersetzung erlitten haben, bei welcher die flüchtigeren Bestandtheile organischer Körper entwichen sind, und eine an Kohlenstoff reichere Masse, die Braunkohle, zurückblieb. Der Grad, bis zu welchem diese Zersetzung vorgeschritten, ist nicht bei allen Braunkohlen gleich, daher man mehrere Varietäten unterscheidet: a) das bituminöse Holz oder die holzartige Braunkohle zeigt noch deutlich die Holzstruktur, man sieht Jahrringe und Rinde daran. b) Die gemeine oder muschlige Braunkohle bildet derbe, etwas spröde Massen von flachmuschligem Bruch. Sie kommt stets mit der vorigen in Gemeinschaft vor, und beide bilden, mit Thonschichten wechselnd, in den jüngeren Formationen der Erdrinde über der Kreide mächtige Lager, in einzelnen Fällen von 200' und darüber, meist bedeckt von Lehm, Sand und Grobkalk. Seltener sind: c) die Papierkohle, äusserst dünnschiefrig, mit zahlreichen Blätterabdrücken, wahrscheinlich aus zusammengedrückten Blätterlagen gebildet. d) Die Bastkohle aus zarten, seidenartigen Bastfasern bestehend. Minder sparsam finden sich e) die Moorkohle, derbe vielfach zerborstene Massen, anscheinend aus Sumpf und Moorpflanzen entstanden. f) Erdkohle, eine zerfallene, locker zusammenhängende Braunkohle. Wo Braunkohlen der Wirkung vulkanischer Gebilde ausgesetzt waren, verloren sie ihr Bitumen, erscheinen geschwärzt, von muschligem Bruch, fettglänzend und in mancher Beziehung den Steinkohlen ähnlich, solche umgeänderte Braunkohlen sind die Stangenkohlen und manche Pechkohlen.

Alle Braunkohlen sind heller oder dunkler braun, die zuletzt genannten pechschwarz, undurchsichtig, ihr spec. Gew. variirt von 0,5—1,4, gewöhnlich 1,2—1,3. Sie enthalten Kohlenstoff, der zwischen 57,74 pCt. schwankt; Wasserstoff, im Mittel 5—6 pCt.; Sauerstoff, Stickstoff und erdige Bestandtheile. Sie sind brennbar, und die in grösserer Menge vorkommenden ein geschätztes Brennmaterial; die Moorkohle wird auch zu brauner Farbe benutzt. Reiche Braunkohlenlager sind in der Lausitz und anderen Gegenden der Mark Brandenburg, in Böhmen zwischen dem Erz- und Mittelgebirge, in Rheinpreussen zwischen Bonn und Köln, in der Wetterau, in Kurhessen, wo man auch am Meissner die Stangenkohle findet u. a. a. O. B.

Braunmenakerz s. Titanit.

Braunschweiger Grün, ein Gemenge von basisch kohlen-saurem Kupferoxyd mit Thon oder kohlen-saurer Bittererde, das man durch Fällung einer Lösung von Kupfervitriol und Alaun oder Bittersalz durch kohlen-saures Ammoniak erhält. Das kohlen-saure Ammoniak wird zu diesem Zweck durch Destillation von gefaultem Urin dargestellt. Braunschweiger Grün dient als grüne Farbe, die vom Kupfersalz herrührt, die anderen Bestandtheile haben den Zweck, die Farbe lichter und das Präparat lockerer zu machen. B.

Braunspath s. Braunkalk.

Braunstein, natürliches Mangansuperoxyd.

Braunsteinblende, -kies, ist natürliches Schwefelmangan, Braunsteinkiesel der manganhaltige Granat, Braunsteinrahm das erdige Manganoxydhydrat. B.

Brechbarkeit des Lichtes nennen wir dessen Eigenschaft, bei seinem Uebergang aus einem Mittel in ein anderes abgelenkt zu werden. Man spricht daher von grösserer und geringerer Brechbarkeit der einen oder der andern Strahlengattung, und nennt z. B. das violette Licht das brechbarste, das rothe das am wenigsten brechbare, weil jenes von allen Strahlengattungen unter übrigens gleichen Umständen am stärksten, dieses am wenigsten durch die Brechung abgelenkt wird. Vergl. übrigens den Art. Brechung. R.

Brechung (Refraction) nennt man die Ablenkung, welche ein Lichtstrahl beim Uebergang aus einem Mittel in ein anderes erfährt. Der Theil des Lichtstrahls, welcher sich im ersten Mittel befindet, heisst einfallender Strahl, der im zweiten Mittel befindliche Theil der gebrochene Strahl. Sind beide Mittel homogen, so sind beide Theile geradlinig. Die Grenze beider Mittel heisst die brechende Fläche, derjenige Punkt derselben, welcher beiden Strahlen gemeinschaftlich ist, der Einfallspunkt, die Normale der (ebenen oder gekrümmten) brechenden Fläche im Einfallspunkt heisst Einfallsloth, der Winkel zwischen dem letzteren und dem einfallenden Strahl heisst Einfallswinkel, der Winkel zwischen demselben Loth und dem

gebrochenen Strahl der Brechungswinkel. Die Ebene des Einfallswinkels heisst Einfallsebene, die des Brechungswinkels Brechungsebene. Theilt sich der einfallende Strahl beim Eintritt in das zweite Mittel in zwei Strahlen, so nennt man dasselbe doppeltbrechend, und die Brechung doppelte Brechung, bleibt der Lichtstrahl ungetheilt, so nennt man das Mittel einfachbrechend und die Brechung eine einfache.

A. Allgemeine Gesetze der Brechung.

a) Einfache Brechung.

Sind beide Mittel einfachbrechend, so fällt die Einfallsebene mit der Brechungsebene zusammen, und das Verhältniss des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels ist constant, so lange beide Mittel dieselben bleiben. Dies Verhältniss heisst das Brechungsverhältniss oder der Brechungsexponent des zweiten Mittels in Bezug auf das erste. Jenes Gesetz (das Constantsein jenes Verhältnisses) ist von Snellius aufgefunden und unter dem Namen des Cartesischen Gesetzes bekannt (da durch Descartes dasselbe allgemeiner bekannt geworden ist).

Ist das erste Mittel der leere Raum, so ist der Brechungswinkel jederzeit kleiner als der Einfallswinkel, der Strahl wird also dem Einfallslloth zu gebrochen. Denkt man sich den Einfallswinkel als denselben bleibend, und nimmt als zweites Mittel nach und nach alle einfachbrechende Mittel, so werden die gebrochenen Strahlen stets zwischen dem Einfallslloth und der Verlängerung des einfallenden Strahls liegen, und die Brechungsverhältnisse sämmtlicher Mittel in Bezug auf den leeren Raum, welche man schlechthin Brechungsverhältnisse nennt, werden grösser als Eins sein. Je kleiner nun der Brechungswinkel, also je grösser das gemeine Brechungsverhältniss ist, desto stärker, sagt man, breche das Medium das Licht. Ist ferner das zweite Mittel stärker oder schwächer brechend als das erste, so ist der Brechungswinkel resp. kleiner oder grösser als der Einfallswinkel, und das relative Brechungsverhältniss grösser oder kleiner als Eins. Ist endlich n das Brechungsverhältniss des Mittels A in Bezug auf das Mittel B , so ist $\frac{1}{n}$ das Brechungsverhältniss von B in Bezug auf A . — Die Gasarten brechen das Licht so schwach, d. h. ihr Brechungsverhältniss unterscheidet sich so wenig von Eins, dass man ohne merklichen Fehler in den Anwendungen für das gemeine Brechungsverhältniss fester und flüssiger Körper ihr auf die Luft bezügliche Brechungsverhältniss setzen kann.

Nennt man den Einfallswinkel i , den Brechungswinkel r , und das Brechungsverhältniss n , so lässt sich aus der Gleichung $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ für jedes gegebene n und i der Brechungswinkel r finden. Er erreicht sein Maximum für $i = 90^\circ$, wo alsdann $\sin r = \frac{1}{n}$ wird. Wäre das zweite Mittel schwächer brechend als das erste, also $n < 1$, so würde kein Brechungswinkel existiren, weil $\sin r > 1$ sein müsste. Es tritt in diesem Fall keine Brechung, sondern eine sogenannte Totalreflexion

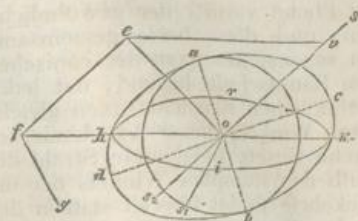
ein. (s. Totalreflexion). — Für $i=0$ wird auch $r=0$, also fällt bei senkrechtem Einfall der gebrochene Strahl in die Verlängerung des einfallenden.

b) Doppelte Brechung.

Die doppeltbrechenden Mittel pflegt man in zwei Klassen zu theilen, in einaxige und in zweiaxige Mittel. Zu den ersten gehören die sogenannten viergliedrigen und sechsgliedrigen Krystalle (wie der Zirkon und der Kalkspath, zu den anderen die übrigen Krystalle, welche nicht zum regulären System gehören (wie der Topas, der Gyps etc.) Was die einaxigen Mittel betrifft, so verhält sich der eine der gebrochenen Strahlen seiner Richtung nach genau wie der gebrochene Strahl, befolgt also das Cartesische Gesetz, und heisst der gewöhnlich gebrochene Strahl; die Richtung des zweiten Strahls, den man den ungewöhnlich gebrochenen nennt, hängt nicht bloss von dem Einfallswinkel ab, sondern auch von der Lage des Einfallstrahls und der brechenden Fläche gegen die optische Axe des Mittels, d. h. mit der Richtung der krystallographischen Hauptaxe. Das Verhältniss des Einfallssinus zum Brechungssinus ist für ihn veränderlich, und zwar entweder (bei den sogenannten positiven Krystallen) stets kleiner, oder (bei den sogenannten negativen Krystallen) stets grösser als das Brechungsverhältniss des gewöhnlichen Strahls. Ueberdiess fällt die Brechungsebene nicht mehr mit der Einfallsebene zusammen.

Was jenes veränderliche Brechungsverhältniss betrifft, so wird dasselbe dem constanten des gewöhnlichen Strahls gleich, wenn der letztere der optischen Axe parallel ist; es fallen alsdann die beiderlei Strahlen zusammen und die Brechung wird eine einfache; ferner erreicht jenes Brechungsverhältniss seinen grössten Werth in den negativen, seinen kleinsten Werth in den positiven Krystallen, wenn der ungewöhnliche Strahl senkrecht gegen die optische Axe zu liegen kommt, und dieser grösste oder kleinste Werth heisst vorzugsweise das Brechungsverhältniss des ungewöhnlich gebrochenen Strahls. Was endlich die Lage der Brechungsebene betrifft, so fällt dieselbe nur dann mit der Einfallsebene zusammen, wenn Einfallslloth, Einfallstrahl und optische Axe in derselben Ebene liegen.

Auf folgendem von Huyghen angegebene Weise lässt sich die Lage des ungewöhnlichen Strahls für jeden gegebenen Fall durch geometrische Construction bestimmen:



Es stelle hkr die brechende Ebene, o den Einfallspunkt, os den Einfallstrahl, kf den Durchschnitt der Einfallsebene mit der brechenden Ebene, und aob die Richtung der optischen Axe vor. Um o sey 1) eine Kugel beschrieben, deren Radius oa dem umgekehrten Werth des Brechungsverhältnisses des gewöhnlichen Strahls gleich ist,

2) ein Umdrehungselipsoid, dessen Rotationsaxe ab mit der optischen

Axe zusammenfällt, und dessen Aequatorialaxe (oa) dem doppelten umgekehrten Werth des Brechungsverhältnisses des ungewöhnlichen Lichtes gleich ist. Ferner ziehe man in der Einfallsebene oe senkrecht auf so , mache ov der Einheit gleich, ziehe $se \pm fk$, $ef \pm vo$ und fg senkrecht auf die Einfallsebene. Legt man alsdann durch fg zwei Ebenen, von denen die eine die Kugel (in s'), die andere das Ellipsoid (in s^2) berührt, so ist os' die Richtung des gewöhnlichen, os^2 die des ungewöhnlichen Strahls.

Man bemerke noch, dass, wenn o ein leuchtender Punkt innerhalb des Krystals wäre, welcher nach allen Richtungen Strahlen ausendete, in derselben Zeit, welche das Licht braucht, um im umliegenden Mittel einen Weg $= vo$ (oder ef) zurückzulegen, eine Gattung (die gewöhnlichen) Strahlen die Oberfläche der Kugel, eine andere (die ungewöhnlichen) die Oberfläche des Ellipsoids erreicht, und dass beide Flächen zusammengenommen (d. h. die Ankunftsörter der Strahlen zu einer bestimmten Zeit) dasjenige bilden, was man in der Sprache der Undulationshypothese die Wellenfläche nennt.

Was die zweiaxigen Mittel betrifft, so folgt keiner der zwei gebrochenen Strahlen (von denen wieder der eine der gewöhnlich gebrochene, der andere der ungewöhnlich gebrochene heisst) dem Gesetz der einfach gebrochenen. Weder das Verhältniss des Einfallssinus zum Brechungssinus ist constant, noch fällt im Allgemeinen die Brechungsebene mit der Einfallsebene zusammen. Die besonderen Fälle, in denen auch hier das Cartesische Gesetz gilt, hängen mit der Lage der sogenannten Elasticitätsaxen zusammen, d. h. mit drei bestimmten auf einander senkrechten Richtungen, in Bezug auf welche alle optische Erscheinungen in diesen Mitteln symmetrisch sind. Nennt man die drei durch je zwei jener Axen gelegten Ebene Hauptschnitte, so kann man sich so ausdrücken: Fällt die Einfallsebene mit einem Hauptschnitt zusammen, so befolgt der eine der zwei gebrochenen Strahlen das Cartesische Gesetz vollkommen, der andere aber nur in so fern, als seine Brechungsebene mit der Einfallsebene zusammenfällt. Bezeichnet man ferner die reciproken Werthe der constanten Brechungsverhältnisse, welche den drei Hauptschnitten angehören, durch α , ν , μ , und zwar so, dass $\alpha < \nu$ und $\mu < \nu$ ist, so ist in den sogenannten positiven Krystallen, der das Cartesische Gesetz befolgende Strahl in dem zu α gehörenden Hauptschnitt der gewöhnliche, in dem zu μ gehörenden der ungewöhnliche Strahl. Im dritten Hauptschnitt fällt, wenn die Brechungsebene nicht auf einer Elasticitätsaxe senkrecht steht, nur bei zwei gewissen Einfallswinkeln (deren Grösse aber mit der Lage der brechenden Ebene variiert) der gewöhnliche mit dem ungewöhnlichen zusammen, und diese beide gemeinsame Richtungen sind die von Hamilton sogenannten Axen der conischen Brechung, welche in diesem dritten Hauptschnitt liegend, mit jeder der zwei in diesem Hauptschnitt befindlichen Elasticitätsaxen gleiche Winkel bilden. Innerhalb des spitzen Winkels dieser Axe conischer Brechung gehört der das Cartesische Gesetz befolgende Strahl der gewöhnlichen Brechung an, innerhalb des stumpfen Winkels der ungewöhnlichen Brechung. Das Umgekehrte findet überall statt in den sogenannten negativen Krystallen. In allen anderen Lagen liegt bei positiven Krystallen das Brechungsverhältniss der gewöhnlichen Strah-

len zwischen $\frac{1}{\alpha}$ und $\frac{1}{\nu}$, das der ungewöhnlichen zwischen $\frac{1}{\nu}$ und $\frac{1}{\mu}$, während das Umgekehrte für negative Krystalle gilt.

Die Richtung der beiden Strahlen erhält man durch eine von der oben angeführten Huyghen'schen nur in so weit abweichende Construction, dass um den Punkt O statt Kugel- und Ellipsoidsfläche, die Wellenfläche des betreffenden zweiaxigen Krystalls construirt, und durch fg die Berührungsebenen an die beiden Zweige dieser Fläche gelegt werden.

Die Gleichung für diese Fläche ist:

$$\frac{\mu^2 x^2}{r^2 - \mu^2} + \frac{\nu^2 y^2}{r^2 - \nu^2} + \frac{\alpha^2 z^2}{r^2 - \alpha^2} = 0,$$

wo x, y, z resp. auf diejenigen Elasticitätsaxen oder Coordinatenaxen bezogen sind, welche auf den zu μ, ν, α gehörenden Hauptschnitten senkrecht stehen, und wo r^2 für $x^2 + y^2 + z^2$ gesetzt ist.

c) Conische Brechung.

So nennt man zwei von Hamilton durch theoretische Betrachtungen entdeckte, und von Lloyd in der Erfahrung nachgewiesene Modificationen der Brechung in zweiaxigen Mitteln. Die erste Modification besteht darin, dass ein Lichtstrahl, wenn er so auf einen Krystall fällt, dass er nach der Richtung der Axen conischer Brechung gebrochen wird, nach seinem Austritt in das angrenzende Medium sich in unendlich viele, in der Oberfläche eines Kegels liegende Strahlen spaltet. Zur Darstellung dieser Erscheinung liess er [um einen nach verschiedenen Richtungen Strahlen aussendenden Lichtpunkt in der Eintrittsfläche des von parallelen Flächen begrenzten Krystalls (zu welchem er einen Aragonit nahm) zu haben] das Licht einer entfernt stehenden Lampe durch eine Linse von kurzer Brennweite so gehen, dass die in derselben gebrochenen Strahlen in einem Punkt der Eintrittsfläche zusammentrafen, bedeckte die Austrittsfläche mit einer dünnen Metallplatte, in welche eine sehr kleine Oeffnung so angebracht war, dass die Linie zwischen dieser Oeffnung und dem Einfallspunkte die Richtung einer Axe der conischen Brechung hatte. Durch die Oeffnung hindurchsehend erblickte er einen hellen Ring, der sich auch auf einer dem austretenden Lichtbüschel entgegengehaltenen Tafel projecirte, und seinen Durchmesser mit der Entfernung vom Krystall änderte.

Die zweite Modification besteht darin, dass, wenn ein Lichtstrahl auf einen von parallelen Flächen begrenzten Krystall so fällt, dass einer der gebrochenen Strahlen die Richtung einer optischen Axe verfolgt, ausser diesem gebrochenen Strahl sich eine unendliche Menge in der Oberfläche eines Kegels befindliche Strahlen bilden, welche sich nach dem Austritt dem Einfallsstrahl parallel stellen und somit einen Strahlencylinder formiren. Zur Darstellung der Erscheinung bedeckte Lloyd ein auf der Halbirungslinie der Axe conischer Brechung geschnittenes Stück Aragonit mit einer dünnen Metallplatte, in der eine Oeffnung angebracht war, und leitete das durch die Oeffnung eines Schirms gehende Licht einer Lampe auf jene Oeffnung

in der Ebene des dritten Hauptschnitts und unter einem Einfallswinkel i , dessen Sinus

$$\frac{1}{v} \sqrt{\frac{v^2 - \mu^2}{\alpha^2 - \mu^2}}$$

ist, unter μ , v , α die zu den mittleren (gelben) Strahlen gedachten Werthe verstanden. Es erschien ein weisser Lichtkreis dem hinter dem Krystall mit einer Loupe bewaffneten Auge, und mit einem Schirm gefangen projecirte sich ein weisser Kreis, dessen Durchmesser sich mit der Entfernung vom Krystall nicht vergrösserte.

B. Theorie der Brechung.

Da sich die Brechungserscheinungen am vollständigsten aus der Undulationstheorie erklären lassen, so mag dieselbe allein hier zum Grunde gelegt, dabei aber Folgendes aus dieser Theorie als bekannt vorausgesetzt werden:

Wird in einem homogenen durchsichtigen Mittel in irgend einem Punkt a eine Schwingung erregt, so erregt diese in dem umliegenden Aether Schwingungen, die sich in der Zeiteinheit bis zu einer Fläche der sogenannten Wellenfläche fortpflanzen. Jede von a ausgehende Gerade trifft dieselbe in drei Punkten b , c , d , was so zu verstehen ist, dass von a aus sich längs dieser Geraden drei von einander verschiedene Bewegungen fortpflanzen, resp. mit den Geschwindigkeiten ab , ac , ad , und dass diese Verschiedenheit ausser in dem Geschwindigkeitsunterschied darin besteht, dass sie in drei auf einander senkrechten (Schwingungs-) Richtungen erfolgen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten und Schwingungsrichtungen ändern sich nicht bei der ferneren Verbreitung. Die Geschwindigkeiten sind im Allgemeinen resp. einander gleich in solchen von a ausgehenden Geraden, die einerlei Winkel bilden mit den drei auf einander senkrechten sogenannten Elasticitätsaxen, und die dreierlei Schwingungsrichtungen sind in diesen symmetrisch liegenden Geraden symmetrisch.

Von den dreierlei Schwingungen erweisen sich nur zwei, nämlich die auf ab senkrechten, als lichterregend, und wenn diese zu b und c gehören, entsprechen ab und ac dem, was man Lichtstrahl nennt. Denkt man sich ferner in einem Punkt b der Wellenfläche eine Berührungsebene B , und mit dieser parallel 1) eine durch a gehende Ebene A , 2) eine Ebene C , welche den zu c gehörenden Zweig der Wellenfläche, etwa in e , berührt, so wird, wenn die Aethertheilchen in A gleichzeitig einerlei Bewegung haben, nach der Zeiteinheit die Bewegung gleichzeitig in B und C ankommen, und zwar werden die Bewegungen in den Ebenen B und C den Bewegungen von b und c , entsprechen. Man nennt alsdann B und C Wellenebenen, und die ihnen zukommenden Fortpflanzungsgeschwindigkeiten sind die Abstände dieser Ebenen von A . ab und ac , heissen endlich die zu B und C gehörenden Strahlen. Liegt der Punkt b so, dass B und C zusammenfallen, so setzen sich die Bewegungen in B und C zu einer einzigen zusammen, und man nennt dann die Richtung von ab optische Axe. Solcher Richtungen giebt es in den zweiaxigen doppelbrechenden Mitteln zwei, in den einaxigen eine.

In den einfachbrechenden Mitteln, in welchen beide (zu b und c gehörenden) Zweige der Wellenfläche sich zu einer einzigen Kugelfläche vereinigen, könnte man demnach jede Richtung eine optische Axe nennen.

Jeder Farbe des Lichts entspricht eine eigene Wellenfläche; die Lage der Elasticitäts- und optischen Axe ist aber im Allgemeinen für alle Farben dieselbe.

Der Farbenunterschied wird nur durch die Verschiedenheit in der Schwingungsdauer bedingt.

Strahlen von allen Farbengattungen, wenn sie parallel und einander sehr nahe sind, bilden weisses Licht.

Aus der Lage und Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenebenen B und C lässt sich die Lage und Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen ab und ac , bestimmen, und daher pflegt man bei den theoretischen Entwicklungen zu deren Vereinfachung stets von den Wellenebenen auszugehen und sich zuvörderst stets zu denken, dass die Aetherbewegungen in Ebenen (ebenen Stellen) fortschreiten.

Zum völligen Verständniss des Folgenden mag noch Nachstehendes bemerkt werden:

1) Für einfachbrechende Mittel ist die Wellenfläche eine Kugel. Desshalb ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nach allen Richtungen hin dieselbe, und die Strahlen fallen mit den Normalen der ebenen Wellen zusammen.

2) Für einaxige Mittel besteht die Wellenfläche aus einer Kugel und einem Umdrehungselipsoid, die sich in der optischen Axe, welche zugleich die Umdrehungsaxe ist, berühren. Die Kugelfläche gehört den gewöhnlichen, die Ellipsoïdsfläche den ungewöhnlichen Strahlen an. Daher ist, wenn μ die halbe Umdrehungsaxe, π die halbe Aequatorialaxe bedeutet, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der gewöhnlichen Strahlen und der zugehörigen ebenen Wellen μ , und die derjenigen ebenen Wellen, welche den ungewöhnlichen Strahlen angehören (d. h. die Perpendikel vom Centrum auf die durch die Endpunkte der ungewöhnlichen Strahlen gehenden Berührungsebene)

$$= e = \sqrt{\pi^2 - (\pi^2 - \mu^2)\delta^2} \quad (I)$$

wenn δ der Cosinus des Winkels ist, den die Normale der ebenen Wellen mit der optischen Axe macht.

3) Ist für zweiaxige Mittel (deren Wellenfläche oben angegeben worden ist) o_1 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der zu den gewöhnlichen Strahlen gehörenden ebenen Wellen, e_1 die zu den ebenen Wellen der ungewöhnlichen Strahlen gehörige, so hat man

$$o_1^2 = \frac{1}{2}(\pi^2 + \mu^2) - \frac{1}{2}(\pi^2 - \mu^2) \cos(u - u') \quad (II)$$

$$e_1^2 = \frac{1}{2}(\pi^2 + \mu^2) - \frac{1}{2}(\pi^2 - \mu^2) \cos(w + w') \quad (III)$$

wo von den beiden Grössen π^2 und μ^2 (die für einerlei Farbe in einem gegebenen Mittel constant sind) die eine die grösste, die andere die kleinste Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist, welche im Krystall (bei der zum Grunde gelegten Farbe) vorkommt; wo u und u' die Winkel sind, welche die Normale der gewöhnlichen ebenen Wellen mit den Schenkeln des spitzen Winkels der optischen Axe bilden, und wo w und w' diejenigen Winkel sind, welche die Normalen der un-

und be werden beziehlich die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Wellensysteme im ersten und zweiten Mittel vorstellen. Da nämlich alle in dem in b senkrecht auf der Ebene CAB errichteten Loth liegenden Theilchen in einerlei Schwingungsstadium sind mit den Theilchen in bh und hf , und ebenso die, welche in der durch d gehenden mit jenem Loth parallelen Richtung liegen, mit dem in id und dg befindlichen Theilchen, so stehen auch die durch bf und dg gehenden Wellenebenen senkrecht auf ACB , und cd und be sind die senkrechten Abstände der beiderlei Wellenebenen, d. h. deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Vergleicht man nun die Normalen ab und be mit Lichtstrahlen, und nennt demnach abc ($=i$) den Einfallswinkel und Dbc ($=r$) den Brechungswinkel, und die Ebenen dieser Winkel resp. Einfalls- und Brechungsebene, so folgt 1) dass die Einfallsebene der Brechungsebene parallel ist, 2) dass, in so fern $cd = bd \sin i$, $be = bd \sin r$ ist, die Sinus der Einfalls- und Brechungswinkel sich wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten verhalten. Das Verhältniss dieser Sinus ist demnach constant, sowohl in einfachbrechenden Mitteln, als in einaxigen doppeltbrechenden für das gewöhnliche Licht, und es enthalten daher jene zwei Figuren das Cartesische Gesetz, da in diesen beiden Fällen die Lichtstrahlen mit den Normalen der Wellenebenen zusammenfallen. Zugleich folgt, dass man die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten den Brechungsverhältnissen umgekehrt proportional annehmen muss.

Aus dem Vorstehenden lässt sich nun leicht das Gesetz für die Richtung der ungewöhnlich gebrochenen Strahlen ableiten. Der Strahl so der Huyghen'schen Figur lässt sich nämlich, da das erste Mittel als einfachbrechend vorausgesetzt ist, vergleichen mit der Normalen ab der vorigen Figur, so dass die Linien oe und fg jener Figur verglichen werden müssen mit dem hiesigen bh und dem durch d gehenden Perpendikel auf der Einfallsebene. Es muss demnach die Wellenebene sowohl die des gewöhnlichen als die des ungewöhnlichen Lichts zu derselben Zeit, in welcher das einfallende Licht von e nach f gekommen ist, durch fg gehen. Da überdiess, wie oben bemerkt worden, das gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochene Licht in eben der Zeit, in welcher das Einfallslight von e nach f vorschreitet, von o aus resp. in die oben construirte Kugel und Ellipsoïdsfläche (in die Wellenfläche beider Strahlen) anlangt, und die Wellenebenen die Wellenfläche berühren, so müssen die resp. Ebenen, die einerseits durch fg gehen, auch durch s' und s'' gehen, also os' und os'' die Richtungen der zugehörigen Strahlen sein.

Ebenso ergibt sich die Richtigkeit der auf zweiaxige Mittel ausgedehnten Huyghen'schen Construction.

Es ist nun noch übrig, die Lage der Wellenebenen und Strahlen im brechenden Mittel analytisch zu bestimmen.

Die Lage der gebrochenen ebenen Wellen geht aus dem Obigen unmittelbar hervor, da die Brechungsebene derselben mit der Einfallsebene stets zusammenfällt und der Brechungswinkel durch die Gleichung

$$\sin r = v \sin i \quad (1)$$

gegeben ist, wofern man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im ersten Mittel = 1, im zweiten Mittel = ω nimmt.

Für das ungewöhnlich gebrochene Licht in einaxigen Mitteln hat ω den oben mit e bezeichneten Werth, so dass

$$\sin^2 r = [\pi^2 - (\pi^2 - \mu^2)\delta^2] \sin^2 i$$

wird, während zur Bestimmung von δ die sich unmittelbar aus dem vom Einfallslot, der optischen Axe und der Normalen des gebrochenen Wellensystems gebildeten körperlichen Dreieck ergebende Gleichung

$$\delta = \cos z \cos r + \sin z \sin r \cos \alpha$$

dient, in welcher z den Winkel zwischen dem Einfallslot und der optischen Axe, α den Winkel zwischen der Ebene des Winkels z (welche man den Hauptschnitt nennt) und der Einfallsebene bedeutet.

Für zweiaxige Mittel hat ω den oben mit o_1 oder e_1 bezeichneten Werth, je nachdem die Brechung eine gewöhnliche oder ungewöhnliche ist; also ist, wenn man die zu diesen Brechungen gehörigen Werthe von r resp. durch r' und r'' ausdrückt,

$$\sin^2 r' = \left[\frac{1}{2}(\pi^2 + \mu^2) - \frac{1}{2}(\pi^2 - \mu^2) \cos(u - u') \right] \sin^2 i \quad (2)$$

$$\sin^2 r'' = \left[\frac{1}{2}(\pi^2 + \mu^2) - \frac{1}{2}(\pi^2 - \mu^2) \cos(\omega + \omega') \right] \sin^2 i \quad (3)$$

Zur Bestimmung der Werthe von u, u', w, w' aus der Lage des einfallenden Strahls und der brechenden Fläche gegen die optischen Axen ergeben sich leicht die Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \cos u &= \cos r' \cos U + \sin r' \sin U \cos(E + \Phi) \\ \cos u' &= \cos r' \cos U' + \sin r' \sin U' \cos(E - \Phi) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \cos w &= \cos r'' \cos U + \sin r'' \sin U \cos(E + \Phi) \\ \cos w' &= \cos r'' \cos U' + \sin r'' \sin U' \cos(E - \Phi) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Hierin bedeuten U und U' die Neigungen des Einfallslotes gegen die Schenkel des spitzen Winkels der optischen Axen, Φ die Hälfte des Winkels zwischen den Ebenen von U und U' , und E den Winkel zwischen der Einfallsebene und der Halbierungsebene desjenigen Winkels, den die Ebenen von U und U' einschliessen. Uebrigens ist hiebei die Bezeichnung so gewählt, dass u, w, U gleichzeitig grösser sind als resp. u', w', U' .

Bei der Berechnung des r' mittelst der Gleichungen (2) und (4) verfährt man am bequemsten so, dass man (in so fern $\pi^2 - \mu^2$ stets sehr klein ist) für o_1 zuerst den genäherten Werth $\frac{1}{2}(\pi^2 + \mu^2)$ setzend, r' aus $\sin^2 r' = \frac{1}{2}(\pi^2 + \mu^2) \sin^2 i$ zieht, und mit diesem Werth von r' aus den Gleichungen (4) u und u' berechnet. Die so gefundenen Winkel u und u' in (2) substituirt, geben einen näheren Werth von r' . Es lässt die Näherung sich noch weiter treiben, wenn man das Verfahren wiederholt, indem man mit dem gefundenen r' aus (4) die näheren Werthe von u und u' bestimmt, die wiederum in (2) zu substituiren sind etc. Ganz dasselbe gilt für die Berechnung des r'' .

Was die Lage der gebrochenen Strahlen betrifft, so findet man in Bezug auf die ungewöhnliche Brechung in einaxigen Mitteln auf trigonometrischem Wege leicht mittelst der Gleichung (IV) für den

Brechungswinkel ϱ und für den Winkel zwischen der Brechungsebene und Einfallsebene, φ , die Werthe

$$\cos \varrho = \frac{\pi^2 \cos r - (\pi^2 - \mu^2) \cos z \cdot \delta}{\sqrt{\pi^4 - (\pi^4 - \mu^4) \delta^2}},$$

$$\tan \varphi = \frac{(\pi^2 - \mu^2) \delta \cdot \sin z \sin a}{\pi^2 \sin r - (\pi^2 - \mu^2) \delta \sin z \cos a},$$

wo φ mit a nach derselben Seite herum gezählt zu denken ist.

Für zweiaxige Mittel findet man mit Hilfe des oben Gesagten folgende Gleichungen, in denen ψ' und ψ'' die Winkel zwischen der Einfallsebene und resp. den Ebenen der Winkel q' und q'' bedeuten,

$$\cos(\psi' + \varphi') = \frac{\sin U}{\sin u} \sin(E + \Phi), \quad \cos(\psi'' - \varphi'') = -\frac{\sin U}{\sin w} \sin(E + \Phi),$$

$$\cos(\psi' - \varphi') = \frac{\sin U'}{\sin u'} \sin(E - \Phi), \quad \cos(\psi'' + \varphi'') = -\frac{\sin U'}{\sin w'} \sin(E - \Phi),$$

aus welchen Gleichungen mit (V) nach Elimination von φ' und φ'' , die Winkel q' , ψ' , q'' , ψ'' sich ergeben, welche die Lage der Strahlen vollkommen bestimmen.

b) Theorie der conischen Brechung.

Die beiden Zweige der Wellenfläche eines zweiaxigen Krystalls schneiden sich in der Ebene der optischen Axen in vier Punkten, von denen je zwei diametral einander gegenüber liegen. Die Verbindungslinien dieser gegenüberstehenden Punkte sind die Richtungen der Axen konischer Brechung, da nur in ihnen das gewöhnliche und ungewöhnliche Licht mit einerlei Geschwindigkeit fortschreitet. An ihren Endpunkten, welche die Spitzen trichterförmiger Vertiefungen der Wellenfläche bilden, sind unendlich viele Berührungsebenen, und mithin auch unendlich viele Systeme ebener Wellen, die zu demselben Strahl gehören, möglich. Da nun diese Berührungsebenen verschiedene (senkrechte) Entfernungen vom Centrum der Wellenfläche haben, so gehört jedem der Wellensysteme eine eigene Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und desswegen auch beim Austritt aus dem Krystall eine eigene Richtung des austretenden Strahls an. Man sieht also, wie ein nach der Richtung einer Axe der konischen Brechung gebrochener Strahl in Form eines Strahlenkegels den Krystall verlassen muss.

Der Kegel, den die Normalen der unendlich vielen ebenen Wellensysteme im Krystall bilden, wird von einer auf der Axe conischer Brechung senkrecht stehenden Ebene in einem Kreise geschnitten, welcher durch diese Axe geht, und dessen Durchmesser $\frac{\pi^2 - \mu^2}{2\pi^2 \mu^2 v} \sin 2n'$ ist, wenn n' die Hälfte des Winkels zwischen den beiden Axen conischer Brechung vorstellt, während

$$\sin 2n' = \frac{\pi^2}{v^2} \cdot \frac{v^2 - \mu^2}{\pi^2 - \mu^2} \text{ ist.}$$

Die zweite Art der conischen Brechung beruht darauf, dass jene Vertiefungen so beschaffen sind, dass alle Punkte des äussersten

Randes derselben in einer Ebene liegen. Diese Ebenen als Wellenebenen gedacht, berühren also die Wellenfläche in unendlich vielen Punkten, und dem Obigen nach entspricht jedem Berührungspunkte ein nach demselben vom Centrum kommender Strahl. Der eine dieser Strahlen steht senkrecht auf jener Wellenebene, und daher ist jeder Strahl, der nach der Normale dieser Wellenebene (welche die Richtung der optischen Axe bezeichnet) gebrochen wird, stets mit unendlich vielen anderen Strahlen, die mit ihm einen Conus bilden, verbunden. Ist die Eintrittsfläche der Austrittsfläche parallel, so stellen sich die austretenden Strahlen dem Eintrittsstrahl parallel und bilden somit einen Strahlencylinder.

Der Strahlenkegel wird durch eine auf der optischen Axe senkrechten Ebene in einem Kreise geschnitten, der durch die optische Axe geht, und dessen Durchmesser $\frac{\pi^2 - \mu^2}{2\nu} \sin 2n$ ist, wenn n die Hälfte des Winkels zwischen der optischen Axe vorstellt, während

$$\sin^2 n = \frac{\nu^2 - \mu^2}{\pi^2 - \mu^2} \text{ ist.}$$

R.

Brechung der Wärme. Da an der Stelle, wo das durch ein Prisma entstehende leuchtende Sonnenspectrum auf eine auffangende Wand fällt, sich auch eine Temperaturerhöhung zeigt, so erfahren die wärmenden Eigenschaften der Sonnenstrahlen eine analoge Ablenkung als die, welche wir für die leuchtenden Brechung kennen. Diese Wärme ist aber in dem leuchtenden Raume auf eine ganz andere Weise vertheilt als die Helligkeit des Lichtes, auch ändert sich diese Vertheilung wesentlich mit der Natur der Substanz, aus welcher das brechende Prisma gefertigt ist. Landriani setzte die höchste Temperatur in das Gelb, Rochon zwischen Gelb und Roth, Senebier in das Gelb, Berard in die äusserste Grenze des Roth, Herschel hingegen, und diess wurde von Englefield bestätigt, über die äusserste Grenze des Roth in den schwach röthlich beleuchteten dunkeln Raum. Endlich fand Seebeck, dass die in allen prismatischen Farbenbildern an der äussersten Grenze des Violett schwächste Erwärmung in Wasser-, Weingeist- und Terpenthinölprismen im Gelb am stärksten wurde, in den mit Salmiak gefüllten Prismen zwischen Gelb und Roth, in den von Crownglas und weissem Glase im vollen Roth, in Flintglasprismen hingegen jenseits des Roth ausserhalb des wohlbegrenzten Farbenbildes, und dass diese Wärme jenseits des Maximum im dunkeln Raume bis auf eine weite Strecke hin stetig abnehme. Da aber Wärme verschiedener Quellen von verschiedenen Substanzen in verschiedenem Verhältniss absorbirt wird, und nur Steinsalz für alle Quellen gleich durchwärmig ist, so kann das betrachtete Phänomen, um es von der im Prisma zugleich stattfindenden Absorption zu befreien, nur in einem Steinsalzprisma untersucht werden. Melloni fand nun, dass in Prismen von Steinsalz das Wärmemaximum unveränderlich in einen festen Abstand von der Grenze des Rothens in den dunkeln Raum fällt, man mag die Kante des Prisma abblenden und das Sonnenlicht durch die dicken Schichten der Grundfläche hindurchlassen, oder jene abblenden und es durch

die dünnen Schichten hindurchlassen. Schaltet man in den Weg der Strahlen dieses normalen, durch ein Steinsalzprisma gebildeten Spectrums eine Wasserschicht, deren Dicke gleich der mittleren Dicke eines Wasserprismas ist, ein, so rückt das Maximum successiv auf das Orange und auf das Gelb, bei dem Einschalten von Glasplatten auf das Roth dicht an die äusserste Grenze desselben. Diess erklärt sich dadurch, dass die Wasserschicht die Wärme im dunkeln Raume neben dem Spectrum stärker absorbirt als die im leuchtenden. Lässt man das Licht nur durch die Kante eines Wasserprismas hindurch, so ist daher das Maximum zwischen Orange und Roth, geht es hingegen durch die dickern Schichten, zwischen Gelb und Grün. Unter ähnlichen Bedingungen rückt bei Glasprismen das Maximum aus dem dunkeln Raumin das Roth. Die Brechung der Wärme erstreckt sich also auf dem Auge unsichtbare Sonnenstrahlen, ja auf Strahlen dunkler Quellen, wo sie ebenfalls Melloni durch Steinsalzprismen nachgewiesen hat. Sie erfährt in einem solchen Prisma unter schiefer Incidenz auf die Austrittsfläche eine totale Reflexion, sie lässt sich endlich durch Steinsalzlinsen concentriren. Das Brechungsverhältniss ist verschieden nach der Wärmequelle, Forbes findet dasselbe 1,571 für die Strahlen einer Locatelli'schen Lampe, 1,598 wenn diese durch Alaun, 1,587 wenn sie durch Fensterglas, 1,593 wenn sie durch schwarzes Glas, 1,583 wenn sie durch schwarzen Glimmer gegangen sind, 1,572 für glühendes Platin, 1,588 für dieselben Strahlen durch Glas, 1,584 durch schwarzen Glimmer, 1,568 das Brechungsverhältniss der Strahlen von Messing, dessen Temperatur 700° F., 1,577 wenn sie durch klaren Glimmer hindurchgegangen; 1,572 die Brechung der Strahlen des Quecksilbers bei 450° F., 1,602 die der mittleren Lichtstrahlen, alle in einem Steinsalzprisma gemessen. Da die Brechung der Wärme verschieden von der des Lichts, so fällt der Brennpunkt in Linsen nicht auf den hellsten Punkt der concentrirten Strahlen. Auch geht aus den zuerst angeführten Versuchen hervor, dass die Dispersion der Wärme viel grösser als die des Lichtes ist.

D.

Brechungsverhältniss (Brechungsexponent). Unter Brechungsverhältniss versteht man die Zahl, welche man erhält, wenn man den Sinus des Einfallswinkels durch den Sinus des Brechungswinkels dividirt, oder im Sinne der Undulationstheorie, wenn man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des gebrochenen Strahls durch die des einfallenden dividirt; jedoch in der Regel nur dann, wenn dieser Quotient von der Grösse des Einfallswinkels unabhängig ist, also bei einfachbrechenden Mitteln und bei den gewöhnlich gebrochenen Strahlen einaxiger doppeltbrechender Krystalle. Steht bei den zuletzt genannten Mitteln die Einfallsebene senkrecht gegen die optische Axe, so ist auch jener Quotient für die ungewöhnlich gebrochenen Strahlen constant, und heisst dann das Brechungsverhältniss dieser ungewöhnlichen Strahlen. Steht die Einfallsebene bei der Brechung in zweiaxigen Mitteln auf einer der drei Elasticitätsaxen senkrecht, so ist gleichfalls der Quotient bei dem einen der zwei gebrochenen Strahlen constant, und die drei constanten Quotienten, welche sich in diesem Sinne auf die drei Elasticitätsaxen beziehen, nennt man die Brechungsverhältnisse des betreffenden Mittels.

Die Brechungsverhältnisse werden berechnet aus der Ablenkung, welche ein Strahl durch ein Prisma aus der betreffenden Substanz erfährt, und zwar lässt man der Bequemlichkeit der Rechnung wegen das Licht in einer auf der Kante des Prismas senkrechten Ebene einfallen. Beim ungewöhnlichen Strahl einaxiger Mittel muss daher die Kante der optischen Axe parallel sein, und für zweiaxige Mittel sind desswegen drei Prismen nöthig, deren Kanten resp. den Elasticitätsaxen parallel sind. Von den beiden Spectris, die sich in Folge der doppelten Brechung in dem letzten Fall bilden, ist dasjenige das zu benutzende, dessen Licht nach der Einfallsebene polarisirt ist. Die Richtigkeit der Lage der Prismenkante erkennt man daran, dass beide Spectra in einer Ebene liegen.

Von allen Methoden, welche man zur Auffindung der Brechungsverhältnisse angewendet hat, empfiehlt sich keine so sehr, wie die Rudberg'sche, welche daher hier allein näher angegeben werden soll. Hiezu entlehnen wir aus dem Artikel Prisma den Satz, dass (wenn i und r der Einfallswinkel und Brechungswinkel an der ersten Fläche des Prismas, i_1 und r_1 dieselben an der zweiten Fläche vorstellen, und n das Brechungsverhältniss, ε den brechenden Winkel des Prismas und Δ den Ablenkungswinkel, d. h. den Winkel zwischen dem einfallenden und austretenden Strahl bedeutet)

$$(1) \quad i_1 = \Delta + \varepsilon - i \quad \text{und} \quad r_1 = \varepsilon - r \quad \text{ist,}$$

so wie, dass für den Fall der kleinsten Ablenkung (welche man am liebsten bei den Messungen benutzt, weil alsdann die Beobachtungsfehler den geringsten Einfluss auf die Resultate haben)

$$(2) \quad i = i_1 \quad \text{und} \quad r = r_1,$$

$$\text{und mithin} \quad i = \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon) \quad r = \frac{1}{2}\varepsilon \quad \text{wird.}$$

Für den eben gedachten Fall hat man daher

$$(1) \quad n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon)}{\sin \frac{1}{2}\varepsilon}.$$

Gehört dieses n einem bestimmten Farbenstrahl, z. B. dem von Fraunhofer H genannten Strahl an, so findet man für irgend einen anderen Farbenstrahl, dessen Brechungsverhältniss n' ist, wenn man den Einfallswinkel $\frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon)$ beibehält, auf folgendem Wege eine Relation für den Zuwachs des Brechungswinkels. Ist der zu jenem Einfallswinkel gehörende Brechungswinkel $= r' = \frac{1}{2}\varepsilon + \zeta$, und die Ablenkung alsdann $\Delta - \delta$, so hat man den Gleichungen (1) zufolge, für die Brechung der ersten und zweiten Fläche resp.

$$(3) \quad \sin \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon) = n' \sin (\frac{1}{2}\varepsilon + \zeta)$$

$$(4) \quad \sin [\frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon) - \delta] = n' \sin (\frac{1}{2}\varepsilon - \zeta)$$

und wenn man diese Gleichungen einmal addirt und einmal subtrahirt,

$$\sin \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon - \delta) \cos \frac{1}{2}\delta = n' \sin \frac{1}{2}\varepsilon \cos \zeta$$

$$\cos \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon - \delta) \sin \frac{1}{2}\delta = n' \cos \frac{1}{2}\varepsilon \sin \zeta,$$

aus denen

$$(II) \quad \text{tang} \zeta = \text{tang} \frac{1}{2}\delta \text{ tang} \frac{1}{2}\varepsilon \cot \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon - \delta)$$

folgt.

Die Rudberg'sche Methode ist nun folgende: Es wird der Ablenkungswinkel der Strahlen *B, C, D, E, F, G, H* unter demjenigen Einfallswinkel, welcher die Ablenkung des Strahls *H* zu einem Minimum macht, also das obige Δ und die zu den übrigen Strahlen gehörenden Werthe von δ . Das Brechungsverhältniss des Strahls *H* findet sich alsdann aus (1), das der übrigen Strahlen aus der Gleichung (3), d. h. aus

$$(III) \quad n' = \frac{\sin \frac{1}{2}(\Delta + \varepsilon)}{\sin \frac{1}{2}(\varepsilon - \Delta)},$$

nachdem man die Werthe von ε mittelst (II) berechnet hat.

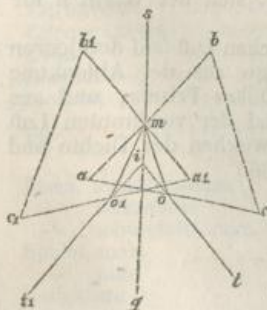
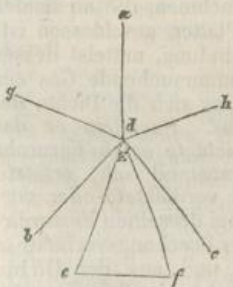
Das Messinstrument, dessen sich Rudberg bediente, bestand aus einem getheilten Kreise, dessen Alhidade fest mit einem Hebel verbunden war. Der eine Arm des Hebels trug ein auf die Drehungsaxe gerichtetes Fernrohr, der andere Arm ein Gegengewicht. Auf dem Centrum des Limbus erhob sich eine Stange, die eine Scheibe mit einem gleich grossen Ringe trug, welcher durch Stellschrauben dem Limbus parallel gestellt werden konnte. In diesem Ring war ein zweiter Ring drehbar, in dessen oberem Rande Zähne eingeschnitten waren, und der eine mattgeschliffene Glasscheibe umfasste, und zwar liessen sich die kleinsten Drehungen mittelst einer am untern Ring befestigten Schraube ohne Ende, die in jene Zähne eingriff, vollführen. Auf die Scheibe wurde das Prisma bei der Messung mit der Kante genau in das Centrum des Limbus gestellt.

Die Messung des brechenden Winkels mit diesem Apparat beruht auf Folgendem:

Es sey *def* ein Durchschnitt des Prismas, *gd* senkrecht auf *de*, *dh* senkrecht auf *df*, und *ad* ein von einem sehr entfernten Punkt kommender Lichtstrahl, der von *df* nach *c* hin und von *de* nach *b* hin reflectirt wird. Ist nun $\angle adh = \alpha$, $\angle adg = \beta$, so ist Winkel $\angle bdc = 360^\circ - 2(\alpha + \beta)$, mithin wegen $\alpha + \beta = 180 - \varepsilon$, Winkel $\angle bdc = 2\varepsilon$. Richtet man nun bei feststehendem Limbus die Alhidade einmal so, dass man in der Axe des Fernrohrs das von der Fläche *df* reflectirte Bild eines sehr entfernten Objects sieht (also in der Richtung *cd*), und ein zweites Mal so, dass man eben so das von der Fläche *de* reflectirte Bild sieht (also in der Richtung *bd*), so hat man in dem Drehungswinkel (*bdc*) das Doppelte des brechenden Winkels ε .

Die Messung des Winkels Δ beruht auf Folgendem:

Sind *abc*, *a, b, c*, die Lagen des Prismas, in denen der Strahl *sm* die kleinste Ablenkung erfährt, und sind *ot* und *o, t*, die abgelenkten Strahlen, so sind *tig* und *t, ig* die (in diesem Falle) gleichen Ablenkungswinkel. Dreht man daher Prisma und Alhidade bei feststehendem



Limbus so, dass man die Linie *H* des Spectrums (welches von dem durch eine vertikale feine Spalte in ein dunkles Zimmer dringenden Licht nach der Brechung im Prisma gebildet wird) in der Axe des Fernrohrs sieht bei möglichster Annäherung an *oγ*, und wendet nachher Prisma und Alhidada nach der andern Seite so, dass *H* gleichfalls bei kleinster Ablenkung in der Fernrohraxe erscheint, so hat man in dem Drehungswinkel *tü*, das Doppelte der Ablenkung Δ .

Bei festbleibendem Prisma und Limbus misst man endlich die Drehungswinkel δ , bei denen die übrigen Linien des Spectrums in der Fernrohraxe gesehen werden.

Bei doppeltbrechenden Prismen wird das nicht zu messende Spectrum durch eine hinter dem Ocular anzubringende Turmalinplatte ausgelöscht.

Tropfbare Flüssigkeiten, deren Brechungsverhältniss gemessen werden soll, werden in ein hohles Glasprisma gefüllt, dessen Seiten mit parallellfächigen Glasplatten bedeckt sind.

Gasarten ändern ihr Brechungsverhältniss mit ihrer Dichte, und man bezieht dasselbe daher auf die Temperatur von 0° und auf einen Barometerdruck von $0,76^m$. Da man aber weiss, dass die Differenz $n^2 - 1$ der Dichte proportional wächst, so kann man das bei jeder Luftbeschaffenheit gefundene Brechungsverhältniss auf den Normalzustand reduciren. Ist das Brechungsverhältniss der atmosphärischen Luft bekannt, so befolgt man am besten bei der Bestimmung für die übrigen Gasarten das Verfahren *Dulong's*. Derselbe wendete ein hohles Prisma mit ebenen Glaswänden von einem brechenden Winkel von 145° an (man kann hiezu eine Glasröhre nehmen, die an beiden Enden schief abgeschnitten und durch ebene Platten geschlossen ist), und setzte dasselbe mit einem Apparat in Verbindung, mittelst dessen die atmosphärische Luft entfernt und das zu untersuchende Gas eingefüllt werden konnte, und zwar dergestalt, dass sich die Dichte des letzteren willkürlich ändern und messen liess. Nachdem er das Prisma mit atmosphärischer Luft gefüllt hatte, richtete er ein Fernrohr so, dass er durch dasselbe einen fernen Gegenstand sah, ersetzte dann die Luft durch das zu prüfende Gas, und verdichtete oder verdünnte dasselbe so lange, bis der Gegenstand bei derselben Fernrohrstellung wiederum in dessen Axe erschien. Das Brechungsverhältniss ist alsdann dem der umliegenden Luft gleich, und aus der Dichte dieser Luft und der Dichte der Gasart findet sich der Werth n für den Normalzustand.

Das Brechungsverhältniss der atmosphärischen Luft (auf den leeren Raum bezogen) bestimmten *Biot* und *Arago* aus der Ablenkung durch ein ähnliches mit verdünnter Luft gefülltes Prisma, und aus der Grösse der Dichtigkeit der äusseren und der verdünnten Luft mittelst jenes Gesetzes der Proportionalität zwischen der Dichte und der Differenz $n^2 - 1$. (s. *Gilb. Ann.* XXVI. 36.)

Verzeichniss von Brechungsverhältnissen.

a) Feste und tropfbare Substanzen.

Aether	1,358 W.	Euklas, ungew.	1,663 Br.
	1,374 Y.	— gew.	1,643 Br.
Alaun	1,457 W.	Feldspath	1,764 Br.
	1,488 Y.		1,536 Br.
Alkohol v. 0,866 spec. Gew.	1,370 N.	Fenchelöl	1,506 Br.
— rectificirter	1,372 H.	Flusspath	1,436 Br.
Amethyst	1,562 W.		1,433 N.
Ammoniak, salzsaures	1,625 Br.	Glas, Crown,	von 1,500
Anatas	2,500 Br.		bis 1,563
Anhydrit, ungew.	1,6219 Br.	— Flint,	von 1,614
— gew.	1,5772 Br.		bis 2,028
Aepfelsäure	1,395 Br.	Granat	1,815 Br.
Apophyllit	1,5431 H.	Kali, chromsaures, max.	1,665 Br.
Arragonit, gew.	1,6931 M.	— min.	1,319 Br.
— ungew.	1,5348 M.	— kohlensaures	1,482 Br.
Balsam: Copaiva	1,507 Mx.	— schwefelsaures	1,509 Br.
— Canada	1,549 Br.	Kalkspath, gew.	1,6543 M.
— peruvianischer	1,597 Br.	— ungew.	1,4833 M.
— Tolu	1,628 Br.	Kalk, schwefelsaurer	1,525 W.
— Styra	1,585 Br.	Kochsalzauflös. concentr.	1,375 C.
Baryt, kohlensaurer	1,540 Br.	Kümmelöl	1,508 Br.
— salzsaurer	1,646 Br.	Kupfervitriol, max.	1,552 Br.
— schwefels., ungew.	1,6352 M.	— min.	1,531 Br.
— gew.	1,6201 M.	Lavendelöl	1,475 Br.
Bergkrystall, gew.	1,5484 M.	Leinöl	1,485 W.
— ungew.	1,5582 M.	Leucit	1,527 Br.
Beryll	1,598 Br.	Magnesia, salzsaure	1,416 W.
Blei, essigsäures	1,400 W.	— schwefelsaure	1,488 Br.
— kohlensaures, max.	2,084 Br.		1,465 Br.
— min.	1,813 Br.	Mandelöl	1,469 W.
— salpetersaures	1,758 Br.	Mastix	1,560 Br.
— schwefelsaures	1,925 Br.		1,535 W.
Boracit	1,701 Br.	Mesotyp, max.	1,522 Br.
Borax	1,475 Br.	— min.	1,516 Br.
Cassiaöl	1,641 Br.	Mohnöl	1,463
Camillenöl	1,457 Br.	Nussöl	1,490 H.
Chrysoberyll	1,760 Br.		1,507 Br.
Chrysolith	1,660 Br.	Olivenöl	1,469 W.
Citronenöl	1,527 Br.		1,470 Br.
Citronensäure	1,527 Br.	Pfeffermünzöl	1,473 Y.
Cyan	1,316 Br.	Quecksilberchlorid	1,970 Br.
Diamant	2,439 N.	Ricinusöl	1,490 Br.
Dichroit	1,544 Br.	Rochellersalz	1,515 Br.
	1,310 W.	Rubin	1,779 Br.
Eis	1,307 Br.	Rüböl	1,475 Y.
	1,308 Br.	Salpeter, max.	1,535 Br.
Eisen, salpetersaures	1,375 W.	— min.	1,514 Br.
— salzsaures	1,385 W.	Salpetersäure von 1,48	
— schwefels., max.	1,494 Br.	spec. Gew.	1,410 Br.
Epidot, max.	1,703 Br.	Salzsäure, concentrirte	1,401 Br.
— min.	1,661 Br.		1,410 Br.
Essigsäure	1,396 Br.	— v. 1,134 spec. G.	1,392 H.

Sapphir, weisser	1,768 W.	Terpenthinöl	0,476 W.
— blauer	1,794 Br.	Thymianöl	0,486 H.
Schwefel	2,040 W.	Topas, farblos	1,477 Br.
Schwefelkohlenstoff bei 13,89°	1,634 Brl.	— max.	1,6102 Br.
Soda, unterschwefelsaure	— min.	— blauer	1,624 R.
— — max.	1,785 H.	— rother	1,614 R.
— — min.	1,735 H.	— gelber	1,636 Br.
Smaragd	1,585 Br.	Turmalin	1,652 Br.
Spiessglanz, salzsaures	1,420 W.	Wasser	1,336 W.
Spinell	1,812 W.	Weinsteinsäure, max.	1,575 Br.
Stärkemehl	1,504 Y.	— min.	1,518 Br.
Steinöl	1,544 Y.	Wismuth, salpeters. max.	1,89 H.
Steinsalz, grüne Strahlen	1,4985 H.	— — min.	1,67 H.
— rothe Strahlen	1,4929 H.	Zink, salzsaures	1,425 Br.
Stilbit	1,508 Br.	— schwefelsaures	1,517 Br.
Strontian, kohlens. max.	1,700 Br.	Zinkblende	2,260 Br.
— — min.	1,543 Br.	Zirkon, max.	2,015 Br.
— — unterschwefels.	—	— min.	1,961 Br.
— — max.	1,651 H.	Zucker, weisser	0,535 W.
— — min.	1,608 H.		0,541 Y.
Terpenthin	1,545 Br.		

b) Gasarten, bei 0° C. Temperatur und 0,76^m Luftdruck.

Atmosphärische Luft	1,000	Salzätherdampf	3,72
Ammoniakgas	1,309	Salzsäure	1,527
Chlorgas	2,623	Schwefelätherdampf	5,197
Cyngas	2,832	Schwefelwasserstoffgas	2,187
Cyanwasserstoffgas	1,531	Schwefligsaures Gas	2,260
Kohlenwasserstoffgas im Min.	1,504	Schwefelkohlenstoffdampf	5,110
Kohlenoxydgas	1,157	Stickgas	1,020
Kohlensäure	1,526	Stickstoffoxydgas	1,03
Oelbildendes Gas	2,302	Stickstoffoxydulgas	1,710
Phosphorwasserstoffgas im Min.	2,632	Wasserstoffgas	0,470
Sauerstoffgas	0,924		

In diesem Verzeichniss bedeutet: Br., Brewster; C., Cavallo; H., Herschel; M., Malus; Mx., Marx; N., Newton; R. Rudberg; W., Wollaston; Y., Young.

Brechweinstein, weinsteinsaures Kali-Antimonoxyd, tartarus emeticus seu stibiatus, bereitet man, indem man graues Antimonoxyd mit Weinstein und Wasser digerirt und die Hitze bis zum Kochen steigert, dann mit heissem Wasser verdünnt, filtrirt und krystallisiren lässt. Auch wenn das Antimon arsenikhaltig war, so geht nichts in den Brechweinstein über; die Krystalle sind Octaëder, farblos und glänzend, werden aber trüb und undurchsichtig an der Luft. Die Auflösung reagirt sauer, der Geschmack ist aber metallisch. Der Brechweinstein wird als Pulver aufbewahrt. Dieses muss rein weiss sein, an der Luft trocken bleiben, sich in Wasser ohne Rückstand auflösen, und die mit Essigsäure sauer gemachte Auflösung darf durch Cyaneisenkalium keine blaue Färbung annehmen. $K\bar{T} + \bar{S}b_2\bar{T}$
+ 2H.

Brein. Der Hauptbestandtheil des Breiharzes, $C_{10}H_{10}O$, hat diesen Namen erhalten. s. Arbol a Breaharz. M.

Breislakit, nach dem Geognosten Breislak benannt, ein in metallisch glänzenden, bronzefarbenen, auch gelbraunen, haarförmigen Krystallen in Blasenräumen der Lava vom Vesuv, Capo di Bove und Viterbo vorkommendes Mineral, das vor dem Löthrohr zu einer schwarzen Schlacke schmilzt, seiner chemischen Zusammensetzung nach unbekannt ist. B.

Bremerblau, eine blaue Farbe, welche der Kupferlasur oder dem natürlichen basisch kohlensauren Kupferoxyd nachgebildet ist. Man erhält eine solche durch Digestion des aus Kupfervitriol und kohlensaurem Ammoniak entstandenen grünen Niederschlags, der die Zusammensetzung des Malachits hat, mit Kalilauge, oder man digerirt salpetersaures Kupferoxyd mit ätzendem Kalk, bis der Niederschlag die gehörige Farbe hat. Das künstlich bereitete wird jedoch allmählig grün. B.

Bremergrün, ein mit kohlensaurer Talkerde oder Thon gemengtes kohlensaures Kupferoxyd, das auf ähnliche Weise wie das Braunschweiger Grün dargestellt und benutzt wird. B.

Brennbare Luft, früherer Name des Wasserstoffs.

Brennfläche s. Brennlinie.

Brennglas ist ein convexes Linsenglas, welches dazu dient, die Sonnenstrahlen zur Erzeugung einer grossen Hitze auf einen möglichst kleinen Raum hinzulenken. Es ist natürlich die Wirkung um so grösser, je grösser die Linse, also die Menge der vereinigten Strahlen, und je kleiner der Vereinigungsraum (Brennraum) ist. Tschirnhausen *) ist der erste, welcher durch Anwendung sehr grosser Glaslinsen (von 2—3' Durchmesser und 6—12' Brennweite) auffallende Wirkungen hervorbrachte, — Wirkungen, welche denen des heftigsten Feuers gleichkamen. Noch weit stärker waren die Wirkungen, welche später unter anderen Brisson **) dadurch hervorbrachte, dass er statt massiver Glaslinsen, deren Mangel an Homogenität von nachtheiligem Einfluss sein musste, hohle, mit Terpenthinöl gefüllte, anwendete. Durch eine solche Linse, deren Durchmesser 4 Fuss und deren Brennweite 10—11 Fuss betrug, wurde Kupfer in $\frac{1}{4}$ Min. geschmolzen, und als durch Einschalten einer kleineren Glaslinse von $8\frac{1}{2}$ " Durchmesser und $1'10''8'''$ Brennweite der Brennraum verengert wurde **), Eisen auf einer Kohle fast augenblicklich geschmolzen.

*) Act. Erud. Lips. 1691, 1697.

**) Mem. de Paris. 1774.

***) Die Grösse des Brennraums hängt von der Grösse des Sonnenbildes, also von der Grösse der Brennweite ab. Alles, was die Brennweite verkürzt, verengert daher den Brennraum, und mit ihm die Intensität der erzeugten Hitze.

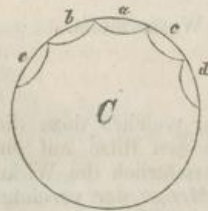
Bemerkenswerth sind noch die von Brewster vorgeschlagenen Polyzonallinsen, welche aus mehreren Glasstücken so zusammengesetzt sind, dass ihr Durchschnitt folgendes Ansehen erhält:



a ist der Durchschnitt einer kleineren Linse, welche die Mitte der Polyzonallinse bildet. Diese Mittellinse ist umschlossen von einem aus vier quadratischen Stücken zusammengesetzten Kranze, dessen Durchschnitt *b* ist, und welcher einer grösseren Linse mit herausgeschnittenem Centraltheil gleicht. Dieser Kranz ist endlich wiederum von einem ähnlichen aus acht Segmenten bestehenden Kranze umgeben, dessen Durchschnitt *cc* ist. — Die Vortheile solcher Linsen vor einer grossen massiven sind: die grössere Leichtigkeit, mit welcher sich kleine Glasstücke schleifen lassen; die grössere Homogenität der Masse, welche bei einem einzigen Stück sich nicht so leicht erhalten lässt; die grössere Durchsichtigkeit und der Umstand, dass sich die sphärische Abweichung verringern lässt, indem man den Zonenstücken eine solche Lage geben kann, dass jedes derselben die Strahlen nach demselben Orte leitet.

R.

Brennkugel ist der Name für eine von Brewster vorgeschlagene Vorrichtung, welche die Dienste eines Brennglases verrichten soll und aus mehreren auf einer Kugeloberfläche vertheilten Linsen (*e, b, a, c, d*) besteht, deren gemeinsamer Brennpunkt im Centrum *C* liegt.



Die mittlere Linse, deren Axe dem lichtgebenden Körper zugewendet ist, empfängt die Strahlen direct, auf die anderen Linsen werden die Strahlen durch Spiegel nach der Richtung ihrer respectiven Axen gelenkt.

R.

Brennlinie und **Brennfläche**. Fallen von einem leuchtenden Punkt Lichtstrahlen auf eine gekrümmte reflectirende oder brechende Fläche, so gehen die reflectirten oder gebrochenen Strahlen im Allgemeinen nicht durch denselben Punkt, und es bilden vielmehr die Durchschnittspunkte je zwei benachbarter Strahlen eine Fläche. Diese Fläche nennt man Brennfläche oder kaustische Fläche, und zwar nennt man dieselbe katakaustisch oder diakaustisch, je nachdem sie durch Reflexion oder Brechung erzeugt ist. Ist die Fläche eine Umdrehungsfläche, und kommen die Einfallstrahlen aus der Umdrehungsaxe, oder sind sie derselben parallel, so ist die kaustische Fläche gleichfalls eine Umdrehungsfläche.

Die Linie, welche die Durchschnittspunkte der durch die Erzeugungslinie der reflectirenden oder brechenden Fläche abgelenkten Strahlen enthält, heisst Brennlinie oder kaustische Curve, und ist zugleich die Erzeugungslinie der entsprechenden Brennfläche.

Hält man ein Blatt Papier in den von den abgelenkten Strahlen erleuchteten Raum, so zeichnet sich auf demselben eine Lichtfigur, deren Grenzen den Durchschnitt der Brennfläche mit der Papierebene

bilden. Ist die ablenkende Fläche sphärisch, so fallen die Durchschnittpunkte derjenigen abgelenkten Strahlen, welche nahe parallel mit einem Krümmungsradius der Fläche einfielen, sehr nahe an einander, und es muss daher diejenige Stelle der Zeichnung, welche diesen Durchschnittpunkten entspricht, das intensivste Licht haben.

Für den Fall einer reflectirenden Kugelfläche vom Radius r wird die Brennlinie, wenn die Strahlen einander parallel auffallen, eine Epicycloide, deren Erzeugungskreis zum Radius $\frac{1}{2}r$ hat, und deren Leitungskreis mit dem Spiegel concentrisch ist und zum Radius $\frac{1}{2}r$ hat.

Ueber die Theorie der kaustischen Curven findet man das Wichtigste in Gergonne: Ann. de math. pur. et appl. 14, 15, 16, 17, 18 und Nouv. Mem. de l'Acad. de Brux. 3, 4, 5. R.

Brennpunkt eines Spiegels nennt man den Punkt, in welchem sich die von einem Spiegel, dessen Krümmung einer Umdrehungsfläche angehört, reflectirten Lichtstrahlen vereinigen, wenn die Einfallstrahlen der Umdrehungsaxe parallel waren. Streng genommen gibt es einen solchen Punkt nur, wenn die Krümmung parabolisch ist, für andere Krümmungen vereinigen sich nur diejenigen Strahlen genau in einem Punkt, welche gleich weit von der Axe einfallen, so dass man jedem unendlich schmalen Ring der Spiegelfläche, dessen Centrum auf der Umdrehungsaxe liegt, einen eigenen Brennpunkt zuschreiben könnte. Ist die Fläche sphärisch, so vereinigen sich sämmtliche in der Nähe der Axe einfallenden Strahlen nahe in demselben Punkt, und diesen Punkt nennt man vorzugsweise den Brennpunkt des sphärischen Spiegels oder auch wohl der Brennpunkt der Centralstrahlen.

Ist die Krümmung convex, so gibt es keinen Brennpunkt im obigen Sinn, indem die Strahlen nach der Reflexion divergiren. In diesem Fall nennt man den Punkt, in welchem sich die Verlängerungen der reflectirten Strahlen schneiden, den Brennpunkt, und zwar virtuellen Brennpunkt, im Gegensatz zu dem oben definirten wahren Brennpunkt.

Aehnlich verhält es sich bei der Brechung. Man spricht nämlich von dem Brennpunkt einer brechenden Fläche und von dem einer Linse, und versteht darunter den Vereinigungspunkt derjenigen gebrochenen Strahlen, welche vor der Brechung der Axe der Fläche oder der Linse parallel waren. Auch hier ist bei sphärischen Flächen und Linsen unter Brennpunkt im engeren Sinne der Brennpunkt der Centralstrahlen zu verstehen.

Dass wegen der verschiedenen Brechbarkeit der verschiedenen Strahlengattungen jede Farbe ihren eigenen Brennpunkt haben muss, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden. Das Nähere hierüber findet man in den Artikeln: Spiegel und Linsen. R.

Brennraum nennt man den Raum, welchen das Sonnenbild in einem Brennglas oder Brennspiegel einnimmt. Die Grösse desselben hängt natürlich von der Brennweite ab. Ist die letztere gleich p , so ist der Halbmesser des Brennraumes, wenn man von der sphärischen und chromatischen Abweichung absieht, da der Sonnenhalbmesser $16'$ ist, $p \text{ tang } 16' = 0,00465p$, und da die erzeugte Wärme in geradem Verhältniss mit der Grösse des Brennglases oder Brennspiegels, und

in umgekehrten Verhältniss mit der Grösse des Brennraumes steht, so ist die Intensität derselben, wenn man sämtliche gebrochene oder reflectirte Strahlen gleich intensiv voraussetzt, und den Durchmesser des Spiegels oder Glases d nennt, proportional

$$\left(\frac{d}{0,0093 p}\right)^2 \text{ oder } \left(\frac{108 d}{p}\right)^2 \quad \text{R.}$$

Brennspiegel sind Hohlspiegel, welche die Sonnenstrahlen durch Reflexion auf einen engen Raum hinzuleiten bestimmt sind, um eine grosse Hitze hervorzubringen. Zu den grössten Hohlspiegeln, welche zu diesem Zweck angefertigt wurden, gehören die von Vilette (von 30" Durchmesser und 3' Brennweite) und von Tschirnhausen (von 6' Durchmesser und 4' Brennweite), mittelst deren die schwerflüssigsten Metalle zum Schmelzen und Erden zum Verglasen gebracht wurden.

Die von Anthemius und später von Kircher ausgeführten, aus kleinen ebenen Spiegeln zusammengesetzten Brennspiegel hatten mehr den Zweck, die Möglichkeit nachzuweisen, dass die Erzählung von der Zerstörung der Römischen Flotte durch Archimedes wahr sey. Die stärkste Wirkung durch solche Combinationen von Spiegeln brachte Buffon hervor, welcher unter andern mit 128 Glasspiegeln von 6" Höhe und 8" Breite in 150' Entfernung ein getheertes tannes Brett anzündete, und mit 117 solchen Spiegeln Silber schmolz. (Mém. de Paris. 1747 und 1748.)

Die wichtigste Anwendung der Brennspiegel ist die Benutzung auf Leuchthürmen, auf welchen in den Brennpunkt des Spiegels eine Lampe gestellt wird, deren Strahlen durch die Reflexion alle einerlei Richtung, nämlich die Spiegelaxe, anzunehmen gezwungen sind, und also durch Ausbreitung nicht geschwächt werden. R.

Brennweite eines Spiegels oder einer Linse ist die Entfernung des Brennpunktes derselben von ihrer Mitte. Ueber die Grösse derselben sehe man Art. Spiegel und Linsen. R.

Brenzäpfelsäure s. Maleinsäure und Paramaleinsäure. Vergl. auch Aconitsäure. M.

Brenzchinasäure. Durch trockne Destillation der Chinasäure bildet sich unter Wasser- und Kohlensäureentwicklung eine neue flüchtige, krystallisirbare Säure, welche noch nicht genau untersucht ist. Vergl. Pelletier und Caventou Ann. de Chim. et de Phys. XV. 341. M.

Brenz citronensäure s. Aconitsäure, Itaconsäure, Citraconsäure und Citronensäure.

Brenzessiggeist, Destillationsprodukt der essigsauren Salze, welches von Kane den Namen Aceton erhalten hat. s. Essiggeist. M.

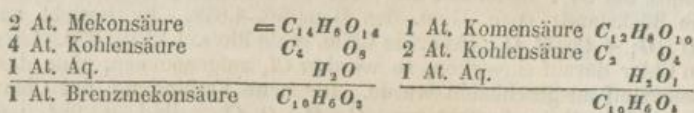
Brenz gallussäure. Scheele hielt die Gallussäure selbst für unverändert flüchtig, und suchte sie daher durch Sublimation zu

reinigen. Es wird jedoch dabei die Gallussäure zerlegt, und es bilden sich je nach der Temperatur verschiedene Säuren. Bei 210—215° zerfällt sie in Kohlensäure und Brenzgallussäure. (Pelouze). Gallussäure = $C_7H_6O_5$ — $\bar{C} = C_6H_5O_3$; diess ist die Zusammensetzung der Brenzgallussäure. Sie stellt schneeweisse Blättchen oder Spiesse dar, welche in Wasser sehr leicht, auch in Alkohol und Aether löslich sind. Sie schmilzt bei 115°, siedet bei 210°. Rasch bis auf 250° erhitzt bildet sie unter Wasserabgabe Metagallussäure = $C_{11}H_8O_4$.

2 Brenzgallussäure = $C_{12}H_{10}O_6$ — 2 Aq. Salpetersäure verwandelt sie in Oxalsäure unter Bildung von Kohlensäure und Wasser. Sie reducirt Gold- und Silbersalze. Vergl. Pelouze: Journ. f. prakt. Chem. II. 301. Robiquet: Ibid. XI. 489. Pogg. XXXVI. 29. M.

Brenzkomensäure. Bei der Destillation der Komensäure erhält man ausser der Brenzmekonsäure etwas Essigsäure, und ein flüchtiges, weisses, nicht untersuchtes Sublimat, welches den Namen Brenzkomensäure von Berzelius erhalten hat. M.

Brenzmekonsäure. Bei der Destillation der Mekonsäure und Komensäure enthält man unter Wasser- und Kohlensäureentwicklung Brenzmekonsäure.



Sie wird durch Umkrystallisiren gereinigt, schmilzt bei 120° und sublimirt ohne Rückstand. Robiquet: Journ. de Pharm. 1832. p. 73. M.

Brenzmilchsäure nennt Loewig und einige Andere die wasserfreie Milchsäure, welche durch Erhitzen des Milchsäurehydrats sublimirt; indessen mit Unrecht, da bei der Sublimation keine Kohlensäureentwicklung stattfindet, und die wasserfreie Säure durch längere Berührung mit Wasser wieder in die wasserhaltige umgewandelt werden kann. M.

Brenzsauren. Werden die nicht flüchtigen Säuren der Destillation unterworfen, so entstehen neue saure Produkte, welche sich in ihrer Zusammensetzung von den ursprünglichen Säuren gewöhnlich nur durch die fehlenden Elemente von Wasser und Kohlensäure unterscheiden, die sich bei ihrer Bildung auch entwickeln. Zuweilen indessen treten noch andere Reactionen ein; es wird Essiggeist, Kohlenoxydgas u. s. w. entwickelt. Bei verschiedener Temperatur bilden sich verschiedene Säuren, welche sich gleichfalls eben so von einander unterscheiden, wie die ursprüngliche Säure von den neu gebildeten. Pelouze glaubte den Schluss ziehen zu dürfen, dass vielleicht die ursprünglichen Säuren aus der Brenzsäure, Kohlensäure und Wasser bestünden, doch gewiss nicht mit Recht. Vergl. Pe-

louze in Pogg. Ann. XXXI. 240. und darüber Poggendorff: *Ibid.* p. 242. M.

Brenzschleimsäure. Bei der Destillation der Schleimsäure bildet sich eine neue, schon von Scheele bemerkte Säure, welche Trommsdorff für ein Gemenge von Brenzweinsäure und Bernstein-säure hielt. Hautou-Labillardière wies ihre Eigenthümlichkeit nach. (Ann. de Chim. et de Phys. IX. 365.) Boussingault und Malaguti bestimmten ihre Zusammensetzung. (Pogg. Ann. XXXVI. 78.) Die Säure bildet weisse, lange Blätter; sie ist geruchlos und stark sauer schmeckend, schmilzt bei 130° und verflüchtigt sich unverändert. In 28 Th. Wasser von 15° , in 4 Th. von 100° ist sie löslich. An der Luft verbrennt sie mit heller Flamme. Sie besteht aus $C_{10}H_6O_8 + Aq$. M.

Brenzschleimsäureäther. Malaguti stellte diesen Aether dar, indem er 10 Th. Brenzschleimsäure, 20 Th. Alkohol und 5 Th. Chlorwasserstoffsäure zusammen destillirte, und 4—5mal kohobirte. Das Destillat wird mit Wasser gemischt, es scheidet sich eine ölige Flüssigkeit ab, welche nach einigen Minuten erstarrt. Durch Destillation wird er gereinigt. Er bildet sodann eine blättrige, feste Masse, welche dem Naphthalin ähnlich riecht; spec. Gew. 1,297 bei 20° , schmilzt bei 34° , siedet bei $208-210^{\circ}$, verdampft unverändert und ohne Rückstand; spec. Gew. des Dampfes 4,859. Er besteht aus $C_4H_{10}O_4 + C_{10}H_6O_8$. (Ann. de Chim. et de Phys. LXIV. 279.) Lässt man Chlor darauf einwirken, so werden Cl_2 aufgenommen, ohne dass Wasserstoff ausgeschieden wurde. Die neue Verbindung, der Chlorbrenzschleimäther, besteht aus $C_{14}H_{16}O_8Cl_2$. *Ibid.* p. 284. und Journ. f. prakt. Chem. XVIII. 53. Berzelius betrachtete den Aether als eine Verbindung von Brenztraubenäther und Chlorkohlenstoff. M.

Brenztraubensäure. Bei der Destillation der Weinsäure und der Traubensäure bei der Temperatur von $200-210^{\circ}$ und einer nochmaligen Destillation des Uebergegangenen. Das Destillat wird mit frisch gefälltem kohlen-saurem Bleioxyd gesättigt. Nach 24 Stunden hat sich sodann brenztraubensaures Bleioxyd abgesetzt, während das essigsäure aufgelöst bleibt. Durch Schwefelwasserstoff wird das abgeschiedene Salz zerlegt. Die Säure krystallisirt nicht, ist sehr sauer schmeckend, in der Wärme der Salzsäure ähnlich riechend. In Wasser, Weingeist und Aether löst sie sich in allen Verhältnissen auf. Sie besteht aus $C_6H_6O_8 + Aq$. Mit den Basen giebt sie Salze, die in zwei Modificationen erhalten werden können; einmal als krystallisirt, und dann als gummiartige, welche sich bilden, wenn jene gekocht werden. Es giebt neutrale und saure Salze. Vergl. Berzelius in Pogg. Ann. XXXVI. 1. M.

Brenzweinsäure. Bei der Destillation der Weinsäure oder Traubensäure bildet sich bei $175-190^{\circ}$ fast nur Wasser, Kohlensäure und Brenzweinsäure. Die Flüssigkeit dampft man zur Krystallisation ab, presst die Krystalle aus und reinigt sie durch Thierkohle. Sie ist dann weiss, geruchlos, sehr sauer, schmilzt bei 100° ; siedet bei 180° . Mit den Basen giebt sie namentlich saure Salze. s. Gruner in

Trommsdorff's Journ. XXIV. 55. Berzelius in Pogg. Ann. XXXVI. 4.
Pelouze: Ibid. 65. Weniselos: Ann. der Pharm. XV. 447. M.

Brenzweinsäureäther. Durch Destillation von Brenzweinsäure, Alkohol und Chlorwasserstoffsäure erhält man diesen Aether, welcher bei $+ 18,5^{\circ}$ ein spec. Gew. von 1,016 besitzt, bei $+ 218^{\circ}$ siedet, und aus $C_6H_{16}O_4$, oder $C_2H_{16}O + O_2H_6O_3$ besteht. Malaguti: Ann. de Chim. et de Phys. LXIV. 275. M.

Breunerit s. Talkspath.

Brevicit, ein zeolithartiges, weisses, blättrig strahliges Mineral von Brevig in Norwegen, daher sein Name, das nach Söndén aus basisch kieselsaurer Natron-Thonerde und Wasser besteht, nach der Formel $(\dot{N}a, \dot{C}a)^3 \dot{S}i^2 + 3\ddot{A} \dot{S}i + 6H$. (Pogg. Ann. XXXIII. 112.) B.

Brewsterit, ein zeolithisches, zu Ehren des Britischen Naturforschers Brewster benanntes Mineral, krystallisirt in einer $(2+4)$ gliedrigen Säule von 176° , vollkommen spaltbar parallel der Abstumpfungsfäche der scharfen Seitenkante, von Apatithärte. Perlmutterglänzend; gelblich und grauweiss; schmelzbar. Spec. Gew. 2,1—2,2. Besteht aus kieselsaurer Baryt-Thonerde mit Wasser nach der Formel $3(\dot{S}r, \dot{B}a) \dot{S}i + 4\ddot{A} \dot{S}i_3 + 18H$ (Connel). Pogg. V. 161. B.

Brillen. Die aus concav geschliffenen Gläsern gebildeten Brillen haben den Zweck, Kurzsichtigen entfernte Gegenstände deutlich zu machen, die aus convex geschliffenen Gläsern gebildeten, Weitsichtigen das deutliche Sehen naher Gegenstände möglich zu machen.

Das normale (weder kurzsichtige noch weitsichtige) menschliche Auge ist so construirt, dass sich die Bilder derjenigen Punkte, welche 6"—8" (um die sogenannte Schweite) von demselben entfernt sind, genau auf die Netzhaut fallen. Bei Kurzsichtigen fallen dieselben Bilder vor, bei Weitsichtigen hinter die Netzhaut.

Bezeichnet man die normale Schweite durch a , und die Entfernung, welche ein Object haben muss, damit sein Bild auf die Netzhaut eines kurz- oder weitsichtigen Auges fällt, durch b , so werden in diesem kurz- oder weitsichtigen auch die Bilder der in der Entfernung a befindlichen Gegenstände auf die Netzhaut fallen, und es werden alsdann auch demselben alle entfernten und nahen Objecte mit derselben Deutlichkeit, wie einem normalen Auge erscheinen, wenn man sich einer Brille bedient, welche die aus der Entfernung a kommenden Strahlen so lenkt, dass sie nach der Brechung dergestalt divergiren, dass sich ihre Verlängerungen in der Entfernung b vor dem Auge schneiden. Die Brillengläser müssen also solche Krümmungen haben, dass a und b zusammengehörige Vereinigungsweiten (s. Art. Linsen) sind. Es ist aber bekanntlich, wenn p die Brennweite einer Linse, und a und b zusammengehörige Vereinigungsweiten derselben vorstellen,

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b},$$

wo a und b stets positiv zu nehmen, wenn, wie es bei Brillen stets sein muss, beide Vereinigungsweiten vor der Linse liegen, und wo p einer Sammellinse oder einer Zerstreuungslinse angehört, je nachdem p positiv oder negativ ist.

Nimmt man die vordere und hintere Fläche der Brillengläser von gleicher Krümmung, so ist, wenn n das Brechungsverhältniss der Linsensubstanz, und r den Krümmungshalbmesser vorstellt,

$$p = \frac{r}{2(n-1)},$$

$$\text{also } r = \frac{2(n-1)ab}{b-a}.$$

R.

Brithynsalz, prismatisches s. Brongniartin.

Brochantit, nach dem französischen Mineralogen Brochant benannt, krystallisirt in kleinen 2gliedrigen Säulen von 117° , härter als Kalk-, weicher als Flussspath. Smaragdgrün, durchsichtig, glasglänzend. Spec. Gew. 3,8. Besteht aus wasserhaltigem schwefelsaurem Kupferoxyd mit wenig eingemengtem Zinn- und Bleioxyd $\text{Cu}^2\text{S} + 3\text{H}$. Mit anderen Kupfererzen zu Katharinenburg in Sibirien und Retzbanya in Siebenbürgen. Pogg. Ann. V. 161. XIV. 141. B.

Brom, $Br = 489,153$; (von $\beta\rho\acute{\omega}\mu\omicron\varsigma$ Gestank, wegen seines üblen Geruchs), ein einfacher zu den Salzbildern gehöriger Körper, der sich im Meerwasser, im Wasser des todtten Meeres, in Soolquellen z. B. zu Kreuznach, und in vielen im Meere vorkommenden Gegenständen findet. Wurde 1826 von Bälard in der Mutterlauge des Seesalzes zu Montpellier entdeckt. Pogg. Ann. VIII. 144. 474. XIV. 564. XXIX. 217.

Darstellung. Das Brom ist in dem Meer- und Soolwasser an Magnesium gebunden. Um es abzusecheiden, leitet man, nachdem das Kochsalz herauskrystallisirt ist, in die concentrirte Mutterlauge Chlor, welches das Brom vom Magnesium trennt. Durch das frei gewordene Brom wird die Flüssigkeit tief rothgelb gefärbt, und man könnte es nun in eine stark abgekühlte Vorlage abdestilliren. Da dies Verfahren aber zu langwierig ist, und kein reines Brom giebt, so schüttelt man die rothgelbe Flüssigkeit mit Aether, der das Brom auflöst, wobei er sich hyacinthroth färbt. Den Aether schüttelt man mit kaustischem Kali, welches mit dem Brom Bromkalium und bromsaures Kali bildet. Der Aether kann darauf wieder zum Ausziehen einer anderen Quantität Brom dienen. Man dampft nun die Salzmasse ein, glüht wodurch auch das bromsaure Kali in Bromkalium verwandelt wird, und mengt sie mit Braunstein und Schwefelsäure, worauf aus dem Bromkalium schwefelsaures Kali und Brom erzeugt werden. Aus dem Braunstein kommt dabei der Sauerstoff für das Kali. Das überdestillirende Brom fängt man in kaltem Wasser auf, worin sich zwar etwas auflöst, der grösste Theil aber untersinkt. Will man es ganz wasserfrei haben, so muss man es noch einmal über Chlorcalcium in eine stark abgekühlte Vorlage destilliren.

Eigenschaften. Eine fast schwarze, in dünnen Lagen hyacinthrote Flüssigkeit von durchdringendem, chlorähnlichem Geruch. Löslich in Wasser, mehr noch in Alkohol und Aether. Siedet bei 47° C., erstarrt bei -20° zu einer bleigrauen, krystallinischen, fast metallglänzenden Masse, die erst bei -4° wieder ganz flüssig ist. In Schwefelsäure sinkt Brom nieder und kann darunter in einem offenen Gefäss aufbewahrt werden. Stärkemehl wird pomeranzengelb davon gefärbt. Spec. Wärme 0,135 (De la Rive und Marcet). Spec. Gew. 2,99, des Dampfes 5,3934 berechnet, gefunden 5,54 (Mitscherlich). — Bei 0° vereinigt es sich mit Wasser zu einem rothen Hydrat, das in Octaedern krystallisirt und bei $+15^{\circ}$ zersetzt wird. Es enthält nach Loewig 72 pCt. oder 11 At. Wasser. Mit Sauerstoff verbindet sich Brom schwer, und giebt damit Bromsäure; Versuche, noch andere Oxydationsstufen hervorzubringen, sind bisher misslungen. Ausserdem sind Verbindungen mit Wasserstoff, Kohlenstoff, Chlor, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor und den Metallen dargestellt worden, worin sich das Brom, wie überhaupt, dem Chlor ähnlich verhält. (Trennung von Chlor und Jod: Osann in Pogg. Ann. XXXIX. 370.) B.

Bromäther. 1) Leichter Bromäther s. Bromäthyl; 2) s. Bromätherin; 3) schwerer Bromäther wird nach Loewig's Angabe durch die Formel $C_2H_4O_3Br_6$ dargestellt, durch Alkalien, glühenden Kalk und Destillation mit Schwefelsäure zerlegt, ist jedoch höchst wahrscheinlich ein Gemenge mehrerer anderer Stoffe. M.

Bromätherid. 1) Bei einigen Schriftstellern gleichbedeutend mit Acetylbromid. 2) s. Formylbromid. M.

Bromätherin, auch Bromäther oder Bromkohlenwasserstoff genannt. Man stellt es dar, indem man in einen Glaskolben voll Aetheringas unter Schütteln Brom hineinthut, so lange letzteres noch seine Farbe verliert. Ueber Schwefelsäure und Kalihydrat destillirt bildet es eine ätherische Flüssigkeit von sehr süßem Geschmack, die bei 129° siedet und wenige Grade unter 0 fest wird, dabei ein spec. Gew. von 2,164 hat. 2 Maass Bromätheringas werden gebildet aus 2 Maass Bromgas. Atgew. 2312,20. Formel: $C_2H_3Br_2$. Regnault in Ann. de Chim. et de Phys. LVIII. 301. und LIX. 358. Pogg. Ann. XXXVII. 522. M.

Bromätheroïd syn. mit Acetylbromid.

Bromäthyl, auch leichter Bromäther. Bromwasserstoffäther und bromwasserstoffsaurer Aether genannt, entsteht, wenn zu 1 Th. Phosphor und 40 Th. Weingeist 7–8 Th. Brom hinzugesetzt werden. Es entsteht neben Bromäthyl noch phosphorige Säure. Wasser entfernt den Weingeist und die Säure; Bromäthyl ist wasserhell und sehr flüchtig, dabei schwerer als Wasser. 1 Maass Aethyl + 1 Maass Bromgas = 2 Maass Bromäthylgas. Atgew. 1346,45. Pogg. Ann. XX. 338. M.

Bromal entsteht, wenn 3–4 Th. Brom mit 1 Th. wasserfreien Alkohols 14 Tage stehen. Man destillirt bis auf $\frac{1}{4}$ der Masse, die man in

Wasser auflöst. Nach langsamer Verdunstung entstehen schöne Krystalle von Bromalhydrat, welches über Schwefelsäure destillirt den reinen Körper liefert. Statt Weingeist kann man auch Aether zu dieser Bereitung nehmen. Das Bromal ist ölig, siedet über 100° , ist in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich, von 3,31 spec. Gew. Das krystallisirte Hydrat hält 4 At. Wasser. Formel: $C_2H_2O_2Br_6$. Atgew. 3453,10. Pogg. Ann. XXXVI. 552. M.

Bromaldehyden syn. mit Acetylbromid.

Bromamyl oder bromwasserstoffsäures Amylen, bildet sich bei Destillation des Fuselöls mit Brom und Phosphor, ist flüssig, farblos, von scharfem Geschmack und Knoblauchgeruch, von der Formel: $C_{10}H_{22} + Br_2$. Journ. f. prakt. Chem. XVII. 224. M.

Brombenzid, ein flüssiger Körper von starkem Geruch, den man gewinnt, wenn man Brombenzin über Kalk destillirt. Pogg. Ann. XXXV. 354. M.

Brombenzin, ein fester Körper, der sich bildet, wenn Brom auf Benzin im Sonnenlichte einwirkt. Pogg. Ann. XXXV. 374. M.

Brombenzoësäure erhält man, wenn man in eine Flasche mit benzoësäurem Silberoxyd eine unverschlossene Röhre mit Brom thut, und das Ganze 24 Stunden in gewöhnlicher Temperatur stehen lässt. — Nach beendigter Einwirkung löst Weingeist die Brombenzoësäure und lässt Bromsilber zurück. Dampft man die Flüssigkeit ab, so bleibt die Säure als ein Oel zurück, und gerinnt beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse, diese löst sich in Alkohol, Aether und Holzgeist, schmilzt bei 100° , sublimirt und destillirt bei 250° . Die Säure bildet gut krystallisirte Salze und zeigt im Kalisalze die Formel: $C_{14}H_8BrO_4 + KO$. Journ. f. prakt. Chem. VIII. 257. Auch das Brombenzoyl wird bisweilen Brombenzoësäure genannt. M.

Brombenzoïn, eine braune, zähe, von Liebig und Wöhler entdeckte Masse mit dem Geruche des Brombenzoyls. Pogg. Ann. XXVI. 474. M.

Brombenzoyl, auch Brombenzoësäure genannt, entsteht durch Vermischung von Bittermandelöl und Brom, ist in der Mitte eine blättrig krystallinische Masse von brauner Farbe, bei gewöhnlicher Temperatur fast flüssig, raucht an der Luft, löst sich in Aether und Alkohol, zersetzt sich im Wasser langsam und brennt mit rusender Flamme. Formel: $C_{14}H_{10}O_2Br_2$. M.

Bromcyan bildet sich bei Zersetzung des Cyanquecksilbers und der Blausäure mittelst Brom, zeigt sich bei gewöhnlicher Temperatur in langen zarten Nadeln, bei $+4^{\circ}$ flüssig, bei $+15^{\circ}$ gasförmig, ist in Wasser und Weingeist löslich und äusserst giftig. — 1 Maass Cyangas + 1 Maass Bromgas = 2 Maass Bromcyangas. Formel: $N_2C_2Br_2 = Cy + Br_2$. Atgew. 1288,212. M.

Bromisatin gewinnt man mit Bibromisatin zusammen durch Auskochen des mit Brom behandelten Indigo. Es bildet sich aber in sehr geringer Menge. Journ. f. prakt. Chem. 321—362. M.

Bromkohlenwasserstoff s. Bromätherin.

Bromnaphthalese nennt Laurent die Verbindung, welche entsteht, wenn man Naphthalin so lange in der Wärme mit Brom behandelt, als noch Bromwasserstoff entwickelt wird. Sie krystallisiert in farblosen sechsseitigen Prismen, schmilzt bei 59°, und löst sich leicht in Weingeist und Aether, gar nicht in Wasser. Formel: $2(C_{10}H_6) + 2(Br_2)$. M.

Bromnaphthalid entsteht nach Laurent bei Einwirkung des Broms auf Naphthalin sogleich; ist ein öliger Körper nach der Zusammensetzung: $C_{20}H_{14} + Br_2 = 2(C_{10}H_7) + Br_2$. M.

Bromoform s. Formylbromid.

Bromosamid. Lässt man Ammoniak auf Salicylbromür einwirken, so erhält man nach Piria eine Verbindung, welche dem Chlorosamid ganz gleich ist, auch dieselbe atomistische Zusammensetzung hat, nämlich $C_{20}H_{10}O_2N_3Br$. Journ. f. prakt. Chem. XVII. 263. M.

Bromsäure, $\overset{m}{Br} = 1478,31$. Brom wird durch Kali gesättigt, wobei sich bromsaures Kali bildet und abscheidet, und Bromkalium in Auflösung bleibt. Das Kalisalz wird mit essigsaurer Baryterde versetzt, die schwer lösliche bromsaure Baryterde durch Auswaschen von dem essigsauren Kali getrennt, und das Barytsalz durch Schwefelsäure zerlegt. — Die erhaltene Bromsäure ist eine syrupartige Flüssigkeit, die Lackmus erst röthet und hinterher bleicht, schmeckt rein sauer, ist ohne Geruch und wird bei 100° in Sauerstoff und Brom zersetzt. Die bromsauren Salze zerfallen beim Erhitzen in Sauerstoff und Brommetall; sie sind von Rammelsberg untersucht worden. (Pogg. Ann. LII. 79.) B.

Bromwasserstoffgas, $HBr = 990,78$, kann nicht direct aus seinen Bestandtheilen erhalten werden; lässt man elektrische Funken durch dieselben, so bildet es sich nur allmählig. Am leichtesten entsteht es durch Mischung von Brom, Phosphor und etwas Wasser in einer Retorte. Bromwasserstoffgas ist gasförmig, wird von Wasser in beträchtlicher Menge absorbiert, und muss daher über Quecksilber aufgefangen werden. Spec. Gew. 2,731. (Pogg. Ann. XIV. 566.) B.

Brongniartin, Glauberit, findet sich in schiefen rhombischen Säulen von 83° 20' und krystallinischen Massen in Steinsalz und dem dasselbe begleitenden Thon zu Villarobia bei Ocana, Provinz Toledo, und Aussee in Oesterreich. Zwischen Gyps- und Kalkspathärte, farblos, gelblich-grau und röthlich, spec. Gew. 2,7—2,8; löst

sich nur theilweise in Wasser, wird undurchsichtig und milchweiss darin, verknistert vor dem Löthrohr. Besteht aus schwefelsaurer Natron-Kalkerde = $\text{Na}_2\text{S} + \text{CaS}$. — Der Name Brongniart ist Brongniart zu Ehren gemacht, der das Mineral zuerst gründlich beschrieb. B.

Bronze, eine Legirung von Kupfer und Zinn, die zum Guss von Statuen, Denkmünzen und anderen Gegenständen dient. Eine gute Bronze muss leichtflüssig sein um die Form gehörig zu füllen, und genug Geschmeidigkeit besitzen, dass sie weitere Bearbeitung und leichte Erschütterung ohne zu springen, erträgt. Alle Bronze wird, wenn man sie glühend in kaltes Wasser bringt, weicher und etwas hämmerbar.

Bei den Alten bestand die Bronze, aus welcher sie Waffen und andere Geräthschaften fertigten, nur aus Kupfer und Zinn mit einem zwischen 3—15 pCt. schwankenden Zinngehalt. Von dieser antiken Bronze unterscheidet sich die Bronze der Neueren durch einen Zusatz von Zink und Blei. Das Zinn in der Bronze macht nämlich das Kupfer wohl leichtflüssiger, aber auch spröde, und daher zum Guss vieler Gegenstände nicht anwendbar. Durch die genannten Metalle wird diese Sprödigkeit zum Theil gehoben. Als ein für Statuen sehr passendes Verhältniss hat sich eine Legirung aus 91½ Kupfer, 5½ Zink, 1½ Zinn und 1¼ Blei bewährt. Zur Vergoldung, der Farbe wegen, eignet sich eine Bronze aus 82 Kupfer, 18 Zink, 3 Zinn, 1¼ Blei. Für Denkmünzen, die geprägt werden sollen, 8—12 pCt. Zinn, 2—3 pCt. Zink und 1¼ pCt. Blei. Die Medaillen werden gleich nach dem Guss aus der Form genommen, heiss in kaltes Wasser getaucht, wodurch sie weich werden, und hierauf geprägt. — Die Bronze überzieht sich an der Luft mit der Zeit mit einem grünen Ueberzug, aerugo nobilis oder Patina (s. d.), wodurch das darunter befindliche Metall vor weiterer Zerstörung geschützt wird. B.

Bronzit, eine Varietät des Augit, die ihren Namen von der bronzeähnlichen Farbe hat. B.

Brucin, eine Pflanzenbasis, die von Pelletier und Caventou aus der Rinde von *Strychnos nux vomica* dargestellt wurde, und sich ausserdem in *Brucea antidysenterica*, der Ignatiusbohne und dem Schlangenhholz vorfindet, wird aus der *Strychnos*-rinde in derselben Weise dargestellt, wie *Strychnin* aus der Ignatiusbohne. Man sättigt es dann mit Oxalsäure, welches durch Alkohol von Farbstoffen befreit wird, ohne selbst sich aufzulösen. Darnach wird es mit kochendem Alkohol behandelt und schiesst daraus nachher in farblos durchsichtigen schiefen vierseitigen Prismen an. Diese Krystalle sind Hydrat und verlieren ihr Wasser, etwa 19 pCt., bei + 100°. Um das Brucin von andern oft bei beigemengten Basen zu unterscheiden, dient besonders folgende Eigenschaft: Bei Behandlung mit Salpetersäure nimmt es eine rothgelbe Farbe an, und diese wird durch Zusatz von Zinnchlorür schön violett. Das Brucin löst sich in 850 Th. kalten und 500 Th. kochenden Wassers, sehr leicht in Alkohol, wenig in äthe-

rischen, gar nicht in fetten Oelen und Aether. Mit verdünnten Säuren erhält man schön krystallisirte Salze, die sich mit Ammoniak aus Auflösungen als flüssige Oele präcipitiren. Fuss behauptet, dass es kein Brucin gäbe. Die Formel dieser Pflanzenbasis ist: $C_{32}H_{36}N_2O_6 = H_2N + C_{32}H_{30}O_6$.

Gilb. Ann. LXIII. 322. Schweigg. Journ. XXVIII. 32. Journ. de Pharm. VIII. 316. Schweigg. neues Journ. VI. 369. Ann. de Chim. XXIV. 176. Schweigg. neues Journ. X. 96. Journ. de Pharm. XI. 459. Pogg. Ann. XXI. 22. Journ. f. prakt. Chem. XIX. 510. M.

Brucit, gleichbedeutend mit dem natürlichen Talkerdehydrat und dem Chondroit. B.

Brummeisen s. Maultrommel.

Brunnensäure, eine von Hänle aus Brunnenwasser bei Lahr dargestellte Säure, deren Eigenschaften denen der Quellsäure entsprechen. Buchner's Repert. LI. 169. M.

Brunnolsäure, eine von Runge aus dem Steinkohlenöl dargestellte eigenthümliche Säure von glänzend glasigem, asphaltigem Ansehen. Pogg. Ann. XXXI. 65. 512. und XXXII. 308. M.

Bryonin, eine von Brandes und Firnhaber in der Wurzel von Bryonia alba entdeckte krystallinische Substanz. Journ. de Chem. med. I. 503. 345. M.

Bucholcit, ein fein-, meist krummfasriges, inniges Gemenge von Cyanit mit Quarz, dessen spec. Gew. 3,1—3,2. B.

Buntbleierz, auch Grün- und Braunbleierz, krystallisirt in regelmässigen sechsseitigen Säulen mit einer sechsflächigen Zuspitzung, deren Endkantenwinkel 142° beträgt. Die Krystalle sind vorherrschend säulenförmig, oft nadelförmig, stänglig. Ausserdem findet sich Buntbleierz traubig, treppenförmig, concentrisch faserig, derb und eingesprengt; ist grün, gelb und braun in verschiedenen Nüancen, seltener graulich, (auf die Farbe beziehen sich die Namen Grün- und Braunbleierz), fettglänzend, bisweilen in Diamantglanz übergehend. Härte zwischen Kalk- und Flussspath. Schmelzbar vor dem Löthrohr, löslich in Salpetersäure. Alle zum Buntbleierz gehörenden Varietäten sind nach der Formel $PbCl + 3Pb_3\overset{\ddot{P}}{P}$ zusammengesetzt, d. h. sie bestehen aus phosphorsaurem Bleioxyd mit Chlorblei. Allein in manchen Abänderungen ist die Phosphorsäure zum Theil oder ganz durch Arseniksäure vertreten, das phosphorsaure Bleioxyd theilweise durch phosphorsaure Kalkerde, und wegen dieser Verschiedenheiten ändert sich auch das spec. Gew. etwas. Die daraus hervorgehenden Varietäten sind:

1) Pyromorphit, phosphorsaures Bleioxyd + Chlorblei, spec. Gew. 6,9—7,1.

2) *Mimetesit*, arseniksaures Bleioxyd + Chlorblei, spec. Gew. 7,1—7,3.

3) *Polysphärit*, phosphorsaure Bleioxyd-Kalkerde + Chlorblei mit Fluorcalcium, spec. Gew. 5,8—6,1.

4) *Hedyphan*, phosphorsaures Bleioxyd mit arseniksaurer Kalkerde + Chlorblei, spec. Gew. 5,4—5,5.

1) und 2) sind häufig, und kommen auf Bleigängen im Erzgebirge (Freiberg, Zschopau), auf dem Harz, in der Bretagne, in Schottland, Cumberland, Sibirien u. a. a. O. vor, und werden mit Bleiglanz oder Weissbleierz auf Blei verschmolzen. 3) und 4) sind selten, jenes findet sich bei Freiberg, dieses zu Långbanshytta in Schweden (s. beide).

Die ausführlichsten chemischen Untersuchungen, aus denen die oben aufgestellte Formel sich ergeben hat, sind von Wöhler (Pogg. Ann. IV. 161.) und Kersten (ibid. XXVI. 489.) angestellt.

In dem Grünbleierz von Beresowsk fand G. Rose veränderliche Mengen von Chromsäure und Chromoxyd. In welcher Verbindung diese darin enthalten sind, ist noch nicht ermittelt. (Pogg. Ann. XLVI. 643. B.)

Buntkupfererz, ein auf frischem Bruch tombackbraunes, schnell bunt anlaufendes Kupfererz, metallglänzend, gewöhnlich derb oder eingesprengt, selten krystallisirt in regulären Octaedern und Würfeln; von Kalkspathhärte, spec. Gew. 5. Besteht aus Schwefelkupfer mit Schwefeleisen; über das Verhältniss dieser Bestandtheile aber haben die Analysen des Buntkupfererzes von verschiedenen Fundorten ziemlich abweichende Resultate gegeben, was daher rührt, dass das derbe Buntkupfererz fast immer mit Kupferglanz oder Kupferkies gemengt ist. Krystalle aus Cornwall führten auf eine der Formel Cu_2Fe entsprechende Zusammensetzung. (Plattner: Pogg. Ann. XLVII. 351.) B.

Bustamit, ein im Distrikt Puebla in Mexiko vorkommendes kugliges, krystallinisches Mineral von hell röthlich-grauer Farbe. Spec. Gew. 3,2. Ist $\frac{2}{3}$ kieselsaure Manganoxydul-Kalkerde (Ca, Mn, Si_2) (Dumas). Berzelius: Jahresbericht VII. 177. B.

Butter, ein flüssiges Fett, welches in der Milch enthalten und darin mit den anderen Stoffen nicht verbunden, sondern blos gemengt ist. Sie zu gewinnen, lässt man die Milch in mässiger Temperatur so lange stehen, bis sich eine obere Schicht gebildet hat. Diese Schicht, Rahm oder Sahne, wird abgenommen und gebuttert, d. h. durch Muskel oder andere Kräfte möglichst stark umgerührt. Dadurch vereinigen sich die Fetttheile und zurück bleibt die Buttermilch, besonders reich an Käsestoff. Die Butter ist gelb und nach Temperatur und Zusammensetzung von verschiedener Consistenz. Futter und Klima, Jahreszeit und Pflanze, besonders aber Race und Alter des Viehes bedingen grosse Verschiedenheiten. Die Butter schmilzt bei 60—66°, besteht nach Chevreul aus Stearin, Margarin, Olein,

Butyrin, Caprin und Capronin. Die Butter lässt sich leicht verseifen, aber die Seife hat einen üblen Geruch. Journ. f. prakt. Chem. VIII. 287. Dingler's polyt. Journ. LIX. 320. XLI. 60. M.

Butterfett s. Butyrin.

Buttermilch, der Rückstand, den die Sahne lässt, aus welcher Butter gewonnen ist. M.

Buttersäure, Acidum butyricum, eine aus dem Butyrin zu gewinnende, von Chevreul entdeckte eigenthümliche Säure, welche ausser in der Butter auch noch nach Berzelius im menschlichen Harne und nach Tiedemann und Gmelin im Magensaft, ferner im Fusschweisse sich findet. — Um die Buttersäure zu gewinnen, bereitet man sich eine ganz reine Butter, schmilzt dieselbe und lässt sie stehen. Dadurch scheiden sich Stearin und Margarinal als feste Körper aus, und als flüssige Stoffe kann man dann Oel, Butyrin, Caprin und Capronin abgiessen. Weingeist löst von diesen vier Fetten nur die drei letzteren auf. Den Weingeist destillirt man von dieser Lösung ab und hat dann ein bis jetzt unzertrennliches Gemenge von Butyrin, Caprin und Capronin. Durch Kali wird dies Gemenge in Butter-, Capron-, Oel- und Stearinsäure verwandelt, die sich mit dem Kali verbinden. Weinsäure scheidet aus diesem Salzgemenge die Oel- und Stearinsäure aus, die man darnach entfernen kann. Setzt man dann noch so viel Weinsäure hinzu, dass alles Kali zu Weinstein werden kann, und destillirt, so ist das Destillat eine wässrige Lösung von Butter-, Capron- und Caprinsäure, die man mit Barythydrat sättigt und zur Trockne abdampft. Von den drei erhaltenen Barytsalzen ist der buttersaure Baryt in der kleinsten Wassermenge, in 277 Th., löslich und gestattet auf diese Weise, ihn isolirt darzustellen. Hat man den buttersauren Baryt getrocknet, so mengt man ihn mit Phosphorsäure, wodurch sich die Buttersäure abscheidet und gewonnen werden kann, welche man dann zuerst allein und dann über Chlorcalcium destillirt. Diese erhaltene wasserfreie Säure ist klar und ölig, riecht ranzig und schmeckt sehr sauer, ist noch bei -9° flüssig, kocht über 100° , macht Fettflecke, aber ohne Bestand, brennt sehr hell und ist in Wasser, Alkohol und Aether sehr löslich. Mit Schmalz vermengt, ertheilt sie diesem Geruch und Geschmack der Butter. Mit Basen bildet die Buttersäure neutrale krystallisirbare Salze. Von Chevreul wurde die Säure entdeckt und analysirt. — Im wasserfreien Zustand, den sie in Salzen hat, ist ihre Formel: $C_7H_{12}O_3$, das Hydrat: $C_7H_{12}O_3 + Aq$. Atgew. 909,922. Ann. de Chim. et de Phys. XXIII. 23. M.

Butyrin, Butterfett. Ueber das Vorkommen und die Darstellung desselben aus der Butter s. unter Buttersäure. Da man es noch nicht hat isoliren können, so sind nähere Eigenschaften desselben und Zusammensetzung nicht anzugeben. Entdeckt wurde es von Chevreul. Ann. de Chim. et de Phys. XXII. 371. M.

Butyron, ein Destillationsprodukt des buttersauren Kalks.

Der gelbliche Körper wird über Kalk und Chlorcalcium rectificirt und zeigt sich dann wasserhell, von angenehmem Geruch, in Alkohol und Aether löslich und specifisch leichter als Wasser. Nach der Analyse von Kraus ist die Formel: $C_6H_{12}O$. M.

Buxin, ein weispulvriges bitteres Pflanzenalkaloid aus *Buxus sempervirens*, reagirt alkalisch, giebt aber nur gallertartige Salze ohne Ansatz von Krystallisation. Jauvé: Journ. de Pharm. XVI. p. 428. M.

Byssolith (von $\beta\acute{\upsilon}\sigma\sigma\omicron\varsigma$ Flachs und $\mu\acute{\iota}\sigma\omicron\varsigma$ Stein), heisst der asbestartige, fasrige, grün oder grau gefärbte Strahlstein. B.

Cacaobutter. Das fette Oel, welches aus den Kernen der *Theobroma Cacao* gepresst wird, ist gelblich-weiss, von mildem Geschmack und angenehmem Geruch. Spec. Gew. 0,90; bei 25° schmelzend und bei 21° erstarrend, löst sich leicht in Aether, wenig in warmem Alkohol; verseift sich sehr gut. In der Cacaobohne ist ausserdem ein sehr stickstoffreicher Körper, das Theobromin enthalten. M.

Cacholong s. *Kacholong*.

Cachou s. *Katechou*.

Cadef'sche Flüssigkeit. Das Destillat von arseniger Säure und essigsauerm Kali, welches von Cadet entdeckt worden ist, trägt diesen Namen. Es ist entzündlich und sehr giftig. Bunsen hat es namentlich untersucht, und als Hauptbestandtheil das Alkarsin darin aufgefunden. Vergl. *Kakodyloxid*. M.

Cadmium, $Cd = 696,767$, findet sich in geringer Menge in mehreren Zinkerzen (z. B. Galmei), besonders den schlesischen, und wurde auch in einem daher stammenden gelblichen Oxyd entdeckt, 1817 von Stromeyer und 1818 von Herrmann, dem diese Entdeckung noch unbekannt war. Die ausführliche Untersuchung über das neue Metall veranstaltete Stromeyer, der ihm auch den von *Cadmia*, d. i. Galmei, abgeleiteten Namen gab.

Darstellung. Man löst, wenn man reines Cadmium haben will, das kadmiumhaltige Zinkoxyd in überschüssiger Schwefelsäure auf, leitet Schwefelwasserstoff hinein, wodurch gelbes Schwefelkadmium ausgefällt wird. Den Niederschlag löst man in concentrirter Salzsäure, dampft die überschüssige Säure weg, und versetzt die neutrale Lösung mit kohlensaurem Ammoniak in Ueberschuss. Das kohlen-saure Zinkoxyd bleibt dann in der Auflösung, während das Cadmiumsalz niederfällt, das mit Kohle gemengt und in einer Retorte von Glas oder Porzellan geglüht wird, wobei das Metall überdestillirt. — Bei der Gewinnung des Zinks im Grossen erhält man ein braungel-

bes Zinkoxyd, dessen Färbung von Cadmiumoxyd herrührt. Man hat daher in Schlesien versucht, das Cadmium daraus im Grossen darzustellen, indem man das kadmiumhaltige Zinkoxyd mit $\frac{1}{4}$ Kohlenpulver mengt, und in irdenen Röhren bei schwacher Rothglühhitze destillirt. Die Vorlagen bestehen aus eisernen Röhren, die man durch Wasser kalt erhält. Es setzt sich darin ein Gemenge von pulverförmigem Cadmium, ungefähr 20 pCt. Zink und Zinkoxyd an, das man noch einige Mal auf dieselbe Weise behandelt, bis das Cadmium fast rein ist. Wohl immer enthält das so dargestellte Cadmium Zink.

Eigenschaften. Reines Cadmium hat eine zinnweisse Farbe, ist weich, geschmeidig, fasrig im Bruch, glänzend, und giebt beim Biegen einen knirschenden Laut von sich, wie das Zinn. Es krystallisirt leicht in regulären Octaëdern. Es schmilzt schon vor der Rothgluth und ist leichter schmelzbar und flüchtiger als Zink; bei einer wenig über dem Kochpunkt des Quecksilbers liegenden Temperatur fängt es an zu sieden; und kann überdestillirt werden. Spec. Gew. des geschmolzenen 8,604, und 8,694, des gehämmerten (Stromeyer). Spec. Wärme 0,05669 (Regnault). An der Luft verändert es sich nicht, oxydirt sich aber beim Erhitzen, und kann entzündet werden, worauf es mit einer von dem braunen Oxyd gefärbten Flamme verbrennt. In Säuren wird es unter Entwicklung von Wasserstoffgas gelöst, auch von Salpetersäure, wodurch es sich leicht vom Zinn unterscheidet. *Gilb. Ann.* LIX. 95. LX. 193. *Pogg. Ann.* VIII. 184. X. 340.

Nach Herapath ist das reine Cadmium von dem unreinen darin unterschieden, dass sich jenes mit einer Kneipzange durchschneiden lässt, während das zinkhaltige in der Mitte bricht. Jenes giebt, in Salz- oder Salpetersäure gelöst, bei Zusatz von chromsaurem Kali, keinen Niederschlag, während ein Gehalt an Zinn, Zink oder Blei gefällt wird. — Cadmium hat ein Oxyd und ein Suboxyd. B.

Cadmiumoxyd, $\text{Cd} = 796,767 - 87,45 \text{ C.}; 12,55 \text{ S.}$; wird durch Verbrennen des Cadmiums oder Glühen des kohlen-sauren oder salpetersauren Cadmiumoxyds erhalten. Es ist ein mehr oder minder rothbraunes, unschmelzbares, nicht flüchtiges, in Wasser unlösliches Pulver. Herapath erhielt es in purpurfarbenen, undurchsichtigen Nadeln, als er Cadmium längere Zeit in einem langhalsigen Kolben der Sublimationshitze aussetzte. Spec. Gew. 8,18. Mit Säuren verbindet es sich zu farblosen Salzen, aus denen es durch Kali oder Natron als ein weisses Hydrat gefällt wird, das von Ammoniak, aber nicht von den übrigen Alkalien gelöst wird.

Die Salze des Cadmiums werden von fixen Alkalien und Blutlaugensalz weiss, von Schwefelwasserstoff gelb gefällt, und Zink schlägt das Cadmium metallisch daraus nieder. B.

Cadmiumsuboxyd, Cd , entsteht, wenn oxalsaures Cadmiumoxyd in einem Destillationsapparat bis nahe zum Schmelzpunkt des Bleies erhitzt wird. Es ist ein grünes Pulver, das beim Erhitzen an der Luft, so wie bei Behandlung mit Säuren in Oxyd und Metall zerfällt. *Marchand in Pogg. Ann.* XXXVIII. 146. B.

Cäment, (von caementum ein Mauerstein), eine kieselsäure-

haltige Substanz, die man dem gelöschten Kalk zusetzt, wodurch man einen unter Wasser erhärtenden Mörtel, den sogenannten hydraulischen Kalk, erhält, der bei Wasserbauten so wichtige Anwendung findet. Ein solcher Mörtel muss 20—30 pCt. Kieselsäure und Thonerde enthalten, welche unter Einfluss des Wassers mit dem Kalk eine im Wasser fest werdende Verbindung geben. Die mit dem Kalk zu mischenden Cämente finden sich theils in der Natur, und man benutzt als solche Puzzolane, Basalt, Bimsstein, Trass u. s. w., theils nimmt man Kunstprodukte, wie Charmotte, Ziegelmehl, gemahlenes Töpfergeschirr u. dgl. Oft findet sich auch Kalkstein, der schon von Natur eine solche Beimischung enthält, man nennt ihn hydraulischen Kalk. In England, wo an verschiedenen Gegenden der Küste und am Ufer der Themse dergleichen Kalksteine in kugligen Massen von Faustgrösse und darüber gefunden werden, heissen sie Cämentsteine. Mässig gebrannt und fein gemahlen geben sie den römischen Cäment, der als ein dunkelbraunes Mehl in den Handel kommt. Aehnlicher Natur sind andere Cämente, die zu denselben Zwecken dienen. B.

Cämentation, ein metallurgischer Process, bei welchem ein Metall von einer anderen Substanz bedeckt wird, welche in die Oberfläche desselben einzudringen bestimmt ist. Man bewirkt diess gewöhnlich dadurch, dass man die gehörig auf einander geschichteten Materialien in feuerfesten Behältnissen glüht. Auf diese Weise verwandelt man die Oberfläche eiserner Gegenstände in Stahl, indem man sie unter einer Bedeckung von Kohlenpulver in irdenen Kästen längere Zeit glüht, wobei die Kohle in das Innere des Eisens dringt. (Vergl. Stahl). Um Kupfer oberflächlich in Messing zu verwandeln, erhitzt man in eisernen oder irdenen Röhren, kupferne Bleche und Stäbe mit Zink, wodurch jene goldgelb werden. In Südamerika trennt man Gold und Silber durch Cämentation. Silberhaltiges Gold wird gekörnt, mit einem Gemenge aus 2 Th. Ziegelmehl und 1 Th. Kochsalz in einem irdenen Topf geschichtet und 24—36 Stunden geglüht. Ein Cämentirtopf enthält zehn bis funfzehn Pfund Gold. Die Kieselsäure des Ziegelmehls zerlegt unter Mitwirkung der von dem Brennmaterial herrührenden Wasserdämpfe das Kochsalz; Salzsäure entsteht, welche das Silber angreift und Chlorsilber bildet, das im Verein mit Kochsalz sich in das Ziegelmehl zieht, aus welchem durch Amalgamation das Silber abgeschieden wird. Die von der Oberfläche aus entsilberten Goldkörner werden von dem Cämentpulver durch Waschen geschieden, und sind 21—22karätig. Man schmelzt und giesst sie in Stangen. (Boussingault in Pogg. Ann. XXXII. 99.)

Oft bezeichnet Cämentation einen Vorgang, der mit den eben beschriebenen Fällen darin übereinstimmt, dass die Oberfläche eines Metalles verändert wird, obgleich die Ursache dieser Umwandlung sehr abweicht von der obigen. Wenn in Grubenwasser, welche Kupfervitriol aufgelöst enthalten, Eisen gelegt wird, so scheidet sich Kupfer auf dem Eisen ab, welches wegen seiner grösseren Verwandtschaft zur Schwefelsäure in eben dem Maasse von derselben aufgelöst wird, als sich Kupfer, Cämentkupfer, absetzt. Aus einem ähnlichen Grunde fällt Kupfer aus salpetersaurem Silberoxyd das Silber,

Zink aus Bleizucker das Blei. (Vergl. Bleibaum, Dianenbaum.) Um Stahl zu vergolden, taucht man ihn in eine Auflösung von Goldchlorid in Aether, wobei sich jener mit einer dünnen Goldschicht überzieht. Beim Vergolden von Kupfer, Bronze, Messing bringt man mit dem Goldamalgam eine Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd, Quickwasser darauf, wodurch sich auf jenen ein feiner Ueberzug von Quecksilber bildet, auf welchem das Goldamalgam besser haftet. Vergl. unter Vergolden, heisse Vergold. B.

Cämentstein s. Cäment.

Cämentwasser sind Grubenwasser, die schwefelsaures Kupferoxyd gelöst enthalten, das aus der Verwitterung und Oxydation von Erzen entsteht, unter denen sich Schwefelkupfer befindet. Man benutzt Cämentwasser theils auf Kupfervitriol, theils auf Cämentkupfer. (s. Cämentation). Solche kommen vor bei Goslar im Rammelsberg, zu Fahlun in Schweden, auf der Insel Anglesea, bei Schmölnitz in Ungarn, bei Lyon u. s. w. B.

Caffeïn s. Theïn.

Caincasäure kommt in der Wurzel von *Chiococa racemosa* (Caincaurzel) vor. Pelletier und Caventou, die sie entdeckten, schreiben folgende Bereitungsweise vor: Die Wurzeln werden mit Weingeist extrahirt, und der Weingeist dann wieder abdestillirt. Den Rückstand, welcher die Säure enthält, löst man in kochendem Wasser auf, sättigt die Auflösung mit Kalkmilch und kocht den erhaltenen Niederschlag, welcher aus caincasurem Kalk besteht mit Alkohol und Oxalsäure. Das Salz wird dabei zersetzt, aus der alkoholischen Lösung schießt dann die Caincasäure in kleinen spiessigen Krystallen an.

Sie ist geruchlos, besitzt aber einen bittern und scharfen Geschmack. In Alkohol löst sie sich leicht auf, viel schwerer jedoch in Wasser, sie bedarf hierzu ungefähr 600 Th. Die Auflösungen röthen das Lackmuspapier. Das Verhalten stärkerer Säuren gegen die Caincasäure ist ein ganz eigenthümliches, wird sie darin aufgelöst, so setzt sich nach einiger Zeit ein gallertartiger Körper ab; die zur Auflösung angewandte Säure enthält aber keine Spur mehr davon. Sie besteht aus $C_8H_{14}O_4$. (Pogg. Ann. XXI. 33.) M.

Cajeputöl, das Oel aus den Blättern von *Melaleuca Leucodendron* ist blassgrün, wird häufig verfälscht und durch Kupfer grün gefärbt. Durch den elektrischen Strom kann diess leicht entdeckt werden. Spec. Gew. bei 18° C. = 0,9154. Siedet bei 178° C. Der Siedepunkt steigt fortwährend und die fractionirten Destillate haben verschiedenes spec. Gew. Die ersteren 0,9062. Das Destillat ist farblos, absorbirt Chlorwasserstoffsäure und bildet einen Campher. Es besteht aus $C_{10}H_{16} + H_2O$. Blanchet und Sell in Pogg. Ann. XXXIII. 56. M.

Calain heisst das Metallgemisch, woraus die dünnen Blätter

bestehen, mit denen die Chinesen die Theekisten auslegen. Es enthält 87 pCt. Blei, 12 Zinn, 1 Kupfer. B.

Calait s. Kalait, Türkis.

Calcination, Verkalkung, hiess früher Metalle durch Glühen an der Luft oxydiren, oder wie die älteren Chemiker sagten, in Metallkalke (calces) verwandeln. Der Ausdruck wurde späterhin auch auf das Glühen anderer Substanzen übertragen, wie z. B. der rohen Pottasche, wo durch die Calcination Wasser ausgetrieben und unverbrannte Pflanzenstoffe verbrannt werden. B.

Calcium, $Ca = 256,019$; das metallische Radical der Kalkerde; silberweiss, oxydirt sich an der Luft und zersetzt Wasser unter Entwicklung von Wasserstoffgas. Man erhält es wie das Barium aus Kalkerdehydrat. H. Davy stellte es zuerst dar. B.

Calendulin, eine von Geiger in den Blumen von *Calendula officinalis* entdeckte gallertartige Substanz, welche in Aether, ätherischen und fetten Oelen unlöslich, löslich in Kali, Ammoniak, Essigsäure und Alkohol ist und durch Wasser aus diesen gallertartig gefällt wird. Vergl. Pflanzenschleim. M.

Calibriren nennt man das Verfahren, den Rauminhalt cylindrischer Röhren genau zu bestimmen; so dass an einer äusserlich angebrachten Scale die Grösse des inneren Raumes genau erkannt wird. Cylindrische Gefässe, die zum Abmessen von Flüssigkeiten bestimmt sind, erhalten zu dem Ende gewöhnlich eine eben angeschliffene Seitenfläche, die der Axe des Gefässes parallel läuft und zur Aufnahme der Scale bestimmt ist. Wäre das Innere des Cylinders von gleichem Querschnitt, so würde eine einfache Längentheilung auf diesem angeschliffenen Streifen dem Zwecke genügen. Dies ist aber bei gewöhnlich geblasenen Cylindern nicht zu erwarten. Man nimmt daher ein Gefäss, das bei einer gewissen Temperatur (z. B. $13^{\circ} R.$) genau eine Raumeinheit Wassers fasst, leert dieses in den Cylinder aus und bemerkt durch einen Diamantstrich die Stelle der Oberfläche des Wassers in dem vertikalgestellten Cylinder. Dasselbe Verfahren wiederholt man und erhält auf diese Weise die anderen Theilstriche. Zwischen diesen kann man durch geometrische Theilung diejenigen Striche einfügen, welche den Vierteln, Achteln, Zehnteln etc. der Haupteinheit entsprechen. Auf diese Weise sind die nach Cubikzollen oder Cubikcentimetern abgetheilten Glasylinder graduirt, welche zu technischen Zwecken vielfach angewendet werden. Auch die sogenannten Masuren der Apotheker, deren innerer Raum oft conisch gestaltet ist, werden so vorgerichtet. Die Genauigkeit derselben ist von der Sorgfalt des Verfahrens abhängig, das eine genaue Berücksichtigung der Temperatur, der Capillarität und Adhärenz des Wassers erheischt. In Fällen, wo recht grosse Genauigkeit erfordert wird, bedient man sich statt des Wassers auch des Quecksilbers zum Calibriren und bestimmt durch die Gewichtzunahme der eingefüllten Flüssigkeit die Anzahl der entsprechenden Volumentheile des Gefäss-

ses, da gleichen Raumtheilen bei gleicher Temperatur dasselbe Gewicht zukommt. Ein Cubikcentimeter reinen Wassers bei $4,4^{\circ}$ C. ist bekanntlich die Einheit des Französischen Gewichts, welche Gramme heisst. Das spec. Gew. des Quecksilbers 13,598 giebt an, wieviel Gramme ein Cubikcentimeter flüssigen Quecksilbers bei dieser Temperatur wiegt. Bei jeder anderen Temperatur t° ist es $13,598 \left(1 - \frac{t-4,4}{5550}\right)$. Der hieraus berechneten Gewichtsgrösse könnte man sich bedienen, um ein Gefäss nach Cubikcentimetern zu calibriren.

Sind die Röhren so eng, dass ein Eingiessen von Flüssigkeit nicht zulässig ist, wie diess z. B. bei Thermometerröhren der Fall ist, so bedient man sich eines anderen Verfahrens zur Graduirung derselben. Gewöhnlich kommt es nur darauf an, die Volumenzunahme zu erfahren, welche der Längenzunahme der Röhren entspricht d. h. eine Scale zu erhalten, welche anzeigt, wieviel Volumentheile einer beliebig gewählten Einheit von einem gewissen auf ihr und an der Röhre bemerkten Anfangspunkte aus bis zu jedem anderen Punkte enthalten sind. Um diess zu erreichen, bringt man (durch Aufsaugen) eine geringe Quecksilbermenge in die Röhre, welche sich wie ein zusammenhängender Faden in derselben hin und her schieben lässt. Die beiden Endpunkte dieses Fadens begrenzen jederzeit dieselbe Volumenausdehnung in der Röhre. Man hat daher nur nöthig, die eine Gränze an den oben erwähnten Anfangspunkt zu bringen; so giebt die andere den ersten Theilpunkt der Scale, bringt man dann wieder die erste Gränze an diesen ersten Theilpunkt, so bestimmt der andere den zweiten Theilpunkt etc. Mikroskopische Vorrichtungen müssen das genaue Einstellen des Fadens erleichtern und die möglichste Sorgfalt muss auf Vermeidung der Temperaturveränderung gerichtet sein. Zwischentheile können auch hier, wie bei den graduirten Cylindern durch geometrische Fortsetzung der Eintheilung bestimmt werden und zwar um so mehr, als man diese Arbeit nur mit Röhren vornimmt, von denen man sich schon mittelst des Tasterzirkels überzeugt hat, dass sie möglichst genau cylindrisch sind. Eine Anwendung dieses Verfahrens auf Correction eines schon fertigen Thermometers s. unter Graduirung. A.

Calomel ist Quecksilberchlorür s. Chlorquecksilber.

Calorimeter ist eine von Lavoisier und Laplace angegebene Vorrichtung zur Ermittlung der specifischen Wärme durch Eisschmelzung. Drei Blechhüllen *A*, *B*, *C*, welche von einander einige Zoll abstehen, sind, wie die Figur zeigt, in einander gesetzt. Die innerste ist bestimmt, den zu untersuchenden Körper aufzunehmen, der Zwischenraum zwischen dieser und der nächst weiteren wird mit trockenen möglichst abgerundeten Eisstücken von der Grösse einer Haselnuss, (etwa einen halben Zoll im Durchmesser haltend) ausgefüllt. Das aus der Schmelzung entstehende Wasser kann durch die mit einem Hahn versehene Röhre *F* abgelassen werden. Der Zwischenraum zwischen der zweiten Hülle und der



Chem.-phys. Wörterb.

äussersten ist ebenfalls mit Eisstücken angefüllt, zwischen welche man Wasser gegossen hat. Auf die Gestalt und Grösse dieser Stücke kommt es weniger an. Man kann auch Schnee statt des Eises nehmen. Durch die Schmelzung dieses Eises oder Schnees soll dem Innern die constante Temperatur von 0° gegeben und erhalten werden. Das in diesem äusseren Raum enthaltene Wasser kann auch durch die mit einem Hahn versehene Röhre *G* abgelassen werden. Jede der Hüllen hat einen dicht schliessenden Deckel. Ehe man den zu untersuchenden Körper, der von einigem Umfang und bedeutend über 0° erwärmt sein muss, in das innerste Gefäss bringt, muss man versichert sein, in diesem Raume und in den Eisstücken des nächsten Raumes die Temperatur von 0° zu haben. Dann giesst man zuvörderst so viel reines Wasser von 0° auf diese Eisstücke, dass sie alle benetzt werden. Alles dazu nicht erforderliche Wasser lässt man bis auf den letzten Tropfen durch die Röhre *G* abfliessen. Dann erst wird der erwärmte Körper, dessen Temperatur t° C. man genau kennen muss, schnell in den innersten Raum gebracht und alles wohl verschlossen. Das Gefäss bleibt ruhig in einem Raum stehen, der nicht viel über 0° erwärmt ist. Die aus dem Körper strahlende Wärme wird sich den Eisstücken der nächst angrenzenden Schicht mittheilen und diese schmelzen. Aus der Röhre *DE* fliesst das geschmolzene Wasser so lange ab, bis der untersuchte Stoff die Temperatur 0° angenommen hat. Wenn aus *DE* kein Wasser mehr abtröpfelt, was oft erst nach 6 Stunden eintritt, so wird das sorgfältig aufgefangene Wasser genau gewogen. Das Gewicht desselben *p*, so wie das Gewicht des Körpers *k* dient zur Bestimmung der specifischen Wärme des letzteren. Denn wenn *x* die specifische Wärme des Körpers d. h. diejenige Menge andeutet, durch welche eine Gewichtseinheit desselben um einen Grad erwärmt wird, so ist *xkt* die Wärmemenge, die der Körper verloren hat. Da aber dieselbe Gewichtseinheit Eis, um zu schmelzen, einer Wärmemenge bedarf, durch welche ein gleiches Gewicht Wasser um 75° C. erwärmt werden kann, so ist $p \cdot 75$ die Wärme, welche das Eis aufgenommen hat. Diess führt zu der Gleichung $xkt = 75p$, d. h. $x = \frac{75p}{kt}$. Das Verfahren selbst ist manchen Fehlerquellen ausgesetzt. Denn 1) ist die Menge des an den Eisstücken haften bleibenden Wassers vor und nach dem Versuch nicht gleich; 2) geht durch Verdunstung Wasser verloren; 3) findet bei dem Körper selbst ein Wärmeverlust statt, während er in das Gefäss eingebracht wird. Wenn auch diese Fehler zum Theil entgegengesetzter Art sind und sich demnach aufheben, so ist doch eine sehr grosse Genauigkeit durch den Gebrauch des Calorimeters nicht zu erreichen, und andere Methoden, die specifische Wärme zu ermitteln, müssen ergänzend eintreten. s. Wärme, specifische.

Noch mag der einfachsten Art von Eisgeräthschaften erwähnt werden, welche man erhält, wenn man in ein Stück sehr dichten Eises mit heissem Eisen ein Loch bohrt und einen Eisdeckel verfertigt, der genau darauf passt. Wenn das Eis sorgfältig abgetrocknet in einen kühlen Raum gebracht ist, und durchweg die Temperatur 0° angenommen hat, bringt man den zu untersuchenden Körper in

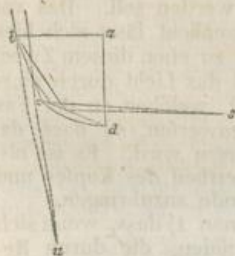
die Vertiefung und deckt den Eisdeckel darüber. Nach Beendigung des Versuchs wird man in der Vertiefung so viel Wasser finden, als die Wärme des Körpers über 0° zu schmelzen vermocht hat.

Von eigentlichem Nutzen ist das Calorimeter zur Bestimmung der Wärme, die bei chemischen Mischungen entsteht. Die Versuche erfordern zuvor eine Untersuchung der leeren Gefässe in Hinsicht auf ihre specifische Wärme. Dann kann in ihnen die Mischung vorgenommen werden. Geschieht die Mischung durch präparirte Vorrichtungen im Innern bei 0° , so ist auch jene vorgängige Untersuchung nicht nöthig. Eine ähnliche Vorrichtung zur Untersuchung der Gasarten s. Wassercalorimeter. A.

Calorimotor s. Deflagrator, Galvanismus.

Camera clara nennt man eine Modification der Camera obscura, welche sich von ihr dadurch unterscheidet, dass statt der matten Glasplatte eine Convexlinse angebracht ist, durch welche das hinter derselben entstehende Bild gesehen wird. Sie ist also eigentlich ein astronomisches Fernrohr, in welchem die von der Objectivlinse kommenden Strahlen durch den Spiegel rechtwinklig abgelenkt werden, um sie der Ocularlinse zuzuführen. Rr.

Camera lucida (lichte Kammer). Die lichte Kammer dient dazu, Objecte so abzuspiegeln, dass die Bilder auf einer Papierfläche projectirt erscheinen und auf derselben nachgezeichnet werden können.



Sie besteht in einem (an einem Stativ befestigten) vierseitigen Prisma von etwa 1" Länge, dessen Durchschnitt die Form $abcd$ hat. Bei a ist dasselbe rechtwinklig, $ab = ac = ad = \frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ ", und $bc = cd$. Die Seite ad wird dem Object zugekehrt, so dass die z. B. von s kommenden Strahlen zuerst in cd , und demnächst in bc reflectirt werden. Sie treten alsdann nahe rechtwinklig aus ab aus, so dass, wenn man bei b das Auge hält, das Bild von s unterhalb des Prismas, etwa in u gesehen wird. Hält man das Auge nun so nahe an b , dass vom Punkt u directe Strahlen in die vom

Prisma unverdeckte Hälfte der Pupille gelangen können, so sieht man zugleich das dort liegende Papier, die Spitze der Bleifeder und das Bild von s , so dass eine Nachzeichnung möglich wird. Damit das Auge, und somit das Bild seine Lage auf dem Papier nicht ändern könne, ist ba mit einer Messingplatte bedeckt, und nur an der Kante b eine kleine Oeffnung gelassen. R.

Camera obscura. Befindet sich ein leuchtender oder beleuchteter Gegenstand vor einer Convexlinse in einer Entfernung, die grösser als deren Brennweite ist, so sieht ein in angemessener Entfernung hinter der Linse befindliches Auge zwischen sich und dem Glase ein verkehrtes Bild jenes Gegenstandes in der Luft schweben. (Vergl. Art. Linsen). Hält man an den Ort dieses Bildes eine durch

scheinende Tafel (geöltes Papier oder eine mattgeschliffene Glastafel), so sieht man bei unveränderter Lage des Auges das Bild auf derselben, aber wegen des Lichtverlustes beim Durchgang durch die Tafelsubstanz bedeutend schwächer. Stellt man sich vor die Tafel, so sieht man das Bild gleichfalls auf derselben, und zwar desto heller, je weisser und durchsichtiger die Tafel ist, indem die convergirenden Strahlen, welche jedweden Bildpunkt bilden, theilweis von der Tafel reflectirt, nach dem Auge hin divergiren. Soll das Bild in der möglichst grössten Schärfe erscheinen, so muss man verhindern, dass seitliches Nebenlicht den Eindruck stört, und zu diesem Behuf die Tafel in einen inwendig geschwärzten Kasten (dunkle Kammer, Camera obscura) bringen, in dessen einer (der Tafel gegenüberstehenden) Wand die Linse angebracht ist. Da das Bild der Linse um so näher sich befindet, je weiter das Object entfernt ist, so muss die Linse in einem verschiebbaren Einsatz enthalten sein, dessen Stellung nach der jedesmaligen Objectweite regulirt wird.

Die übrige Einrichtung hängt von dem besonderen Zweck der dunklen Kammer ab. Will man sie gebrauchen, die Bilder nachzuzeichnen, so muss das Bild auf eine horizontale Fläche geworfen werden. Zu diesem Zweck kann man den Linseneinsatz in einer der vertikalen Wände des Kastens anbringen, das Bild durch einen am gegenüberstehenden Ende befindlichen unter einem Winkel von 45° geneigten Spiegel auf die obere Wand werfen lassen, und den Theil der oberen Wand, auf welche das Bild fällt, durch eine mattgeschliffene Glasplatte ersetzen. Auf diese Glasplatte wird das Papier gelegt, auf welches die Copie gemacht werden soll. Das von oben und von den Seiten her kommende Aussenlicht lässt sich hierbei durch Brettchen abblenden. 2) Kann man zu eben diesem Zweck die Linse in der oberen Wand anbringen, und das Licht durch einen 45° gegen den Horizont geneigten Planspiegel, welcher an der Fassung der Linse befestigt ist, der letzteren zuwerfen, so dass das Bild auf die untere Fläche der Kammer geworfen wird. Es ist alsdann nur nöthig, eine Oeffnung für den Vordertheil des Kopfes und den Arm des Zeichners in einer der Seitenwände anzubringen.

In Bezug auf die Lage der Bilder bemerke man 1) dass, wenn sich dieselben ohne Zwischentritt eines Spiegels bilden, die durch Reflexion gesehene von den durch Transmission und direct gesehene noch dadurch sich unterscheiden, dass sie nicht blos verkehrt sind, sondern auch das Rechts mit dem Links gewechselt haben; 2) dass horizontale Planspiegel bei vertikaler Stellung des Beobachters das Oben und Unten, vertikale Planspiegel dagegen das Rechts und Links verkehren.

Hieraus folgt, dass in den beiden Spiegelstellungen, die oben für das Nachzeichnen angegeben sind, das Rechts und Links richtig zum Oben und Unten stehen.

Man kann zur Richtigstellung des Bildes statt eines Planspiegels sich auch eines rechtwinkligen dreiseitigen Prismas bedienen, wenn man das Licht in eine Kathetenfläche desselben eindringen, an der Hypothenusenfläche reflectiren und aus der anderen Kathetenfläche austreten lässt. Der Lichtverlust ist alsdann weit geringer, und Bild und Object behalten dann dieselbe Lage gegen die Axe der Linse,

welche sie ohne Prisma einnehmen würden, indem die Austrittsstrahlen den Eintrittsstrahlen parallel bleiben, wenn sie mit der Hypothenusenfläche parallel eingetreten sind. Bei horizontaler Stellung der Hypothenusenfläche wird das verkehrte Bild aufrecht, bei vertikaler Stellung das Rechts zu Links und das Links zu Rechts. Das Prisma kann übrigens nach Belieben vor oder hinter der Linse angebracht werden.

R.

Campecheholz, das Holz von *Haematoxylon campechianum*, auch Blauholz, welches einen schönen rothen Farbstoff enthält, das Haematoxylin auch Haematin genannt.

M.

Campher s. Kampher.

Camphersäure, wasserfrei $C_{10}H_{16}O_3$, Hydrat = $C_{10}H_{14}O_3 + H$. — Diese Säure entsteht, wenn man Campher mit verdünnter Salpetersäure mehrere Male destillirt. Während dieses Processes nimmt 1 At. Campher $C_{10}H_{16}O_3$ an Sauerstoff 6 At. auf und bildet dadurch 2 At. Camphersäure + 2 At. Wasser. Bei der Darstellung nimmt man passend 1 Th. Campher und 7 Th. Salpetersäure, und giesst das Destillat so lange in die Retorte zurück, bis man keine Entwicklung von Stickstoffoxyd mehr wahrnimmt. Beim Erkalten krystallisirt dann die Camphersäure heraus, die man durch Umkrystallisiren reinigt. Die Krystalle, welche aus dünnen Blättchen bestehen, schmecken anfangs sauer, hintennach bitter und schmelzen bei 63° , sind in Weingeist und Aether leicht löslich. Die wasserfreie Säure erhält man durch Destillation des Hydrates. Die Salze des Hydrates und der wasserfreien Säure haben grösstentheils dieselben Eigenschaften. — Aus der Auflösung der Camphersäure in rauchender Schwefelsäure gewinnt man durch Erwärmen eine neue Säure, die von Walter Sulfocamphersäure genannt ist.

Laurent (Ann. de Chim. et de Phys. LXIII. 207.) Malaguti (Ann. der Pharm. XXXII. 32.) Ph. Walter (Ann. de Chim. et de Phys. LXXIV. 38. Erdmann's Journ. XXI. 241.)

M.

Camphogen s. Kampher.

Camphron. Bei der Destillation der Camphersäure mit überschüssigem gebranntem Kalk erhielt Fremy ein farbloses, ätherisches Oel von starkem Geruch, welches in Wasser unlöslich, löslich in Aether und Weingeist war, und bei 75° siedete. Es bestand aus $C_{10}H_{14}O = 3C_{10}H_{16}O - 2H_2O$.

M.

Camwood s. Kamwood.

Cancriunit nennt G. Rose zu Ehren des russischen Ministers Grafen Cancrin ein von ihm entdecktes Mineral aus dem Uralgebirge des Ural. Dasselbe ist licht rosenroth, durchscheinend, derb, spaltbar nach den Flächen einer regelmässigen sechsseitigen Säule, auf den Spaltungsflächen perlmutter-, sonst fettglänzend. Härte zwischen Apatit und Feldspath. Spec. Gew. 2,453. Leicht unter Aufbrausen löslich in Salzsäure, schmelzbar vor dem Löthrohr zu einem

weissen Glase. Besteht nach G. Rose im Mittel aus 40,4 Kieselsäure; 28,3 Thonerde; 17,5 Natron; 0,7 Kali; 6,7 Kalkerde und 6,4 Kohlen- säure am meisten der Formel $\text{Na}_2\text{Si} + 2\text{AlSi} + \text{CaC}$ entsprechend. (Pogg. Ann. XLVII. 379. XLIX. 377.) s. Davyn und Sodalith. B.

Candiszucker. Der in grossen Krystallen ausgebildete Rohrzucker führt diesen Namen. Obgleich er gut krystallisirt ist, so ist er doch gewöhnlich nicht so rein wie der auf gewöhnliche Weise raffinirte Zucker, indem er häufig Mutterlauge zwischen den Krystallen einschliesst, welche Unreinigkeiten, Syrup u. s. w. enthält, die zwischen den kleinen Krystallen aus der gestörten Krystallisation leicht abfliessen kann. Je nach seiner Reinheit ist der Candiszucker weiss oder braun. Er wird vorzüglich in Holland fabricirt. M.

Candit wurde von Bournon der schwarze Spinell wegen seines Vorkommens bei Candy auf Ceylon genannt. B.

Cannelkohle, eine mit heller Farbe brennende Steinkohle, die desshalb den vom Englischen candle (Licht) abgeleiteten Namen erhalten haben soll. Man fertigt aus ihr auch Knöpfe, Perlen u. dgl. Vergl. Steinkohle. B.

Canellin. In der Canella alba fanden Robiquet und Petroz einen Zucker, den sie für einen eigenthümlichen hielten, der jedoch Mannit ist. Journ. de Pharm. 1822. Aoct. M.

Canonik (von Canon, welches gleichbedeutend ist mit Monochord) nennt man die Lehre von den Verhältnissen der Schwingungszahlen, nach denen sich die Grösse der Tonstufen bestimmt. (s. bes. den Art. Intervall). Die Begründung dieser Wissenschaft, besonders durch das Monochord, wird gewöhnlich dem Pythagoras zugeschrieben, der sie jedoch nach Anderen nur aus dem Orient nach Griechenland gebracht hat. S.

Cantharidin, $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_4$, auch Cantharidencampher genannt, wurde von Robiquet entdeckt und von Regnault untersucht, von welchem die obige Analyse ist, die vielleicht nicht genügt, da Plisson und Henry 9,89 pCt. Stickstoff gefunden haben. Es findet sich in den Canthariden, und wird aus ihrem wässerigen Extract gewonnen, indem man dasselbe mit Weingeist auszieht und nach der Verdunstung desselben wieder mit Aether behandelt. Der Aether löst Cantharidin und einen gelben Farbstoff auf, der wieder mit kaltem Weingeist entfernt wird. Die glimmerartigen Krystallschuppen des Cantharidins sind in Wasser und kaltem Weingeist unlöslich, in heissem Alkohol, Aether und fetten Oelen löslich, reagiren neutral und erzeugen selbst in verdünnter Lösung Blasen auf der Haut.

Robiquet (Ann. de Chim. LXXVI. 302.) Plisson und Henry (Journ. de Pharm. XVII. 449. und XIV. 62.) Regnault (Ann. de Chim. et de Phys. Juin. 1838. 140.) Thiery (Ann. der Pharm. XV. 315.) M.

Canton's Phosphor. Canton glühte ein Gemenge von 3 Th. geglühten Austerschaalen und 1 Th. Schwefel sehr heftig und erhielt dadurch Schwefelcalcium, welches durch Insolation im Dunkeln leuchtet. M.

Caoutchouc s. Kaoutchouc.

Caoutchouchöl s. Kaoutchoucöl.

Capacität s. Wärme, specifische.

Capillarität s. Haarröhrchen, Haarröhrchenkraft.

Capsicin, ein von Buchholz aus dem spanischen Pfeffer ausgeschiedenes Harz, welches wenig untersucht ist. Witting fand darin ein weisses, in Aether unlösliches, in Alkohol schwer lösliches Harz. M.

Caramel, der durch hohe Temperatur zersetzte Rohrzucker hat diesen Namen. s. Zucker. M.

Carapin ist von Boullay in dem Oele und von Persoz und Robiquet in der Rinde der *Carapa guianensis* gefunden worden, es kommt darin, an eine bis jetzt noch nicht näher untersuchte Säure gebunden, als saures Salz vor. Es wird aus der Rinde durch verdünnte Schwefelsäure ausgezogen, die erhaltene Auflösung sodann eingedampft und der Rückstand in Alkohol wieder aufgelöst, durch Magnesia gefällt, abfiltrirt und durch nochmaliges Auflösen in Alkohol gereinigt, bei dessen Verdampfung es sich dann als eine schöne weisse, perlfarbige, sehr bitter schmeckende Masse ausscheidet. Es krystallisirt nicht, reagirt alkalisch, stösst in der Hitze einen widerlichen Geruch aus, löst sich leicht in Wasser, Weingeist und verdünnten Säuren, aber nicht in Aether. Die Auflösung wird durch Gerbsäure gefällt. Das essigsäure und salzsaure Salz bildet seidenartige Fäden. (Boullay: Journ. de Pharm. 1821. p. 293.) M.

Carbyl, ein von Magnus entdeckter Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung C_2H_2 , der mit Schwefelsäure eine Verbindung eingeht, welche die Zusammensetzung $C_2H_2 + 4SO_2$ hat.

Zur Darstellung des schwefelsauren Carbyls bringt man eine mit wasserfreiem Alkohol gefüllte Röhre in ein verschlossenes Glasgefäss mit wasserfreier Schwefelsäure. Von den in beiden Gefässen gebildeten Krystallen nimmt man nur die in der Glasröhre befindlichen, weil sie freier von Schwefelsäure sind, bringt sie auf eine erwärmte Thonplatte und mit dieser unter eine Luftpumpe, unter der sich auch ein Gefäss mit englischer Schwefelsäure befindet. Sobald die Krystalle nicht mehr rauchen, schliesst man sie in ein Glasröhrchen, weil sie begierig Wasser anziehen und dann nicht wieder zu gewinnen sind, sondern in Aethionsäure übergehen. M.

Carmin, 1) blauer, ist ein technischer Name für indigblau-

schwefelsaures Kali ($C_{16}H_{10}N_2O_2 + S_2$) + KO. Man nennt es auch niedergeschlagenen Indig oder Indigearmin. Es zeigt sich als dunkelblaues Pulver mit dem bekannten Metallglanz des Indigo, und ist in 140 Th. kalten Wassers auflöslich. 2) Rother Carmin, auch Coccusroth genannt, $NC_{16}H_{10}O_{10}$, findet sich in der Cochenille und mehreren anderen Coccusarten als rother Farbstoff neben Coccin, Coccinsäure, Talg- und Oelstoff und mehreren Salzen. Zur Darstellung zieht man aus der Cochenille das Fett mit Aether heraus, und kocht sie so lange mit Weingeist, als derselbe noch gefärbt wird. Den Weingeist destillirt man ab und lässt das letzte verdunsten, behandelt dann den trockenen Rückstand wieder mit Weingeist und vermischt die reinere Lösung mit dem gleichen Volumen Aether. Der Farbstoff fällt nieder und eine gelbe thierische Materie bleibt aufgelöst.

Der Carmin zeigt sich in glänzenden purpurrothen Körnchen, die bei 50° schmelzen, an der Luft sich nicht verändern und in Aether unlöslich sind. Durch Säuren wird die Farbe heller bis zum Gelben, Alkalien und neutrale Salze derselben nuanciren sie zum Violetten. Der Carmin wird vielfach zur Färberei angewandt, um Scharlach, Ponceau, Carmoisin u. s. w. zu färben.

Pelletier (Ann. de Chim. et de Phys. LI. 182.) Pelletier und Caventou (Ann. de Chim. VIII. 255.) M.

Carneol, Karniol, ist der blutrothe Chalcedon. Derb, durchscheinend, muschlig und wachsglänzend im Bruch. Man findet ihn in Blasenräumen des Mandelsteins, am schönsten aber in Geschieben in dem Orient, Sibirien und Arabien. Früher glaubte man, dass die rothe Farbe von Eisenoxyd herrühre. Gauthier de Claubry aber fand, als er Carneol der trockenen Destillation unterwarf, dass dieser Farbstoff in der Hitze zerstört wird, und ein kohlenstoffhaltiges Gas, so wie eine saure Flüssigkeit von brenzlichem Geruch, aber kein Ammoniak giebt, also organischer Natur ist. (Ann. de Chim. et de Phys. L. 438.) Die Benutzung des Carneols zu Schmucksteinen ist bekannt. B.

Carotin, von Wackenroder aus *Daucus carota* (rothe Möhren) dargestellt, wird erhalten, wenn man die Möhren trocknet, zerschneidet und mit Aether auszieht. Die rothgefärbte Auflösung, welche neben dem Carotin noch ein fettes Oel enthält, wird eingedampft, wobei beide Stoffe zurückbleiben. Man behandelt hierauf den Rückstand mit Ammoniak, welches das Oel aufnimmt, mit ihm eine Seife bildet, das Carotin aber ungelöst zurücklässt. Nachdem es abfiltrirt ist, löst man es in Alkohol auf, setzt etwas Aether zu und überlässt die Auflösung der freiwilligen Verdampfung. Es bildet kleine, rubinrothe, geschobene, vierseitige Täfelchen, ist ohne Geruch und Geschmack, zeigt weder saure noch basische Reaction, weicht in der Wärme auf, schmilzt aber nicht, ist nicht flüchtig und verbrennt ohne Rückstand. In Wasser ist es unlöslich und wird von absolutem Alkohol und Aether nur dann aufgelöst, wenn es ein fettes oder flüchtiges Oel enthält, mit welchem es sich leicht verbindet und diesen eine gelbe Farbe ertheilt. An der Luft ist es beständig, in Verbin-

ung mit fetten Oelen entfärbt sich die Auflösung, sobald die Oele anfangen ranzig zu werden; aus diesem Grunde kann das Carotin nur aus frischen Möhren dargestellt werden. (Magaz. für Pharm. XXXIII. 148.)

M.

Cartesianische Taucher oder Teufel sind kleine Figuren, welche dazu dienen, das Schwimmen oder Untersinken von Körpern zu zeigen, deren Dichtigkeit bald kleiner bald grösser ist als die der Flüssigkeit, in welcher sie sich befinden. Es sind meistens hohle Glasfiguren, welche in Gestalt eines Schwanzes an dem unteren Theile ihres Körpers eine seitwärts gehende feine Glasröhre besitzen. Sind sie passend gemacht, so schwimmen sie auf dem Wasser und ihr Kopf ragt aus ihm hervor. Wird nun ein Gefäss ganz mit Wasser gefüllt und dann mit einer Blase oder einem Kautschukblättchen zugebunden, so bleiben sie stets im oberen Theile des Gefässes. Wird nun ein Druck auf die Blase ausgeübt, so wird das Wasser zum Theile durch die Röhre in das Innere der Figur getrieben (da die darin befindliche Luft leicht comprimirt wird), das Gewicht von dieser wird grösser, und indem dadurch die Dichtigkeit der Figur zunimmt, geschieht es, dass diese sinkt, aber sogleich wieder steigt, wenn der Druck nachlässt und die Luft vermöge ihrer Elasticität einen Theil des Wassers aus dem Körper fortreibt. Da der röhrenförmige Schwanz meistens etwas seitwärts gebogen ist, so wird bei dem Auf- und Absteigen wegen des ungleichen Seitendruckes eine ähnliche Drehung entstehen als bei dem Segnerischen Wasserrade.

K.

Carthamin, Safflorroth, Carthaminsäure. — In den Blumenblättern von *Carthamus tinctorius* (Safflor) sind zwei Farbstoffe enthalten, von denen der eine ein gelber, in Wasser löslich, der andere ein rother, unlöslich darin ist, letzterer hat den Namen Carthamin erhalten. Man stellt es dar, indem man den Safflor mit kaltem Wasser, zu welchem man etwas Essigsäure gesetzt hat, so lange auswäscht, bis das Wasser nicht mehr gefärbt wird; den so behandelten Safflor lässt man dann mit einer Auflösung von kohlen-saurem Natron maceriren, wobei der rothe Farbstoff mit gelber Farbe aufgelöst wird. Die klare Flüssigkeit, in welcher das Pigment mit Natron verbunden aufgelöst ist, wird mit irgend einer Säure versetzt, wodurch das Carthamin mit schön rother Farbe niedergeschlagen wird. Mit Wasser ausgewaschen und getrocknet, bildet es ein dunkelrothes Pulver, das unlöslich in Wasser und in Säuren ist, und nur in geringer Menge von Alkohol und Aether aufgelöst wird, die Auflösung ist gleichfalls von dunkelrother Farbe, sie wird aber beim Erhitzen gelb. Kohlensäure Alkalien lösen das Carthamin mit gelber Farbe auf, von kaustischen wird es auch aufgelöst, erleidet dabei aber eine Zersetzung. Säuren fällen es in rothen Flocken. Mit Natron verbunden krystallisirt es in seidenglänzenden Nadeln. — (Dingler's polyt. Journ. III. 303.)

M.

Caryophyllin. $C_{20}H_{32}O_2 = 79,27 C; 10,36 H; 10,37 O$. Nach der Analyse von Dumas besitzt es 6 At. Wasser mehr und 3 At.

Sauerstoff weniger als die Nelkensäure, aus welcher es sich beim längeren Aufbewahren derselben in weissen, seidenglänzenden Nadeln absetzt. Auch scheint es aus den Gewürznelken durch Weingeist ausgezogen werden zu können. Im reinen Zustande ist es vollkommen weiss, geschmack- und geruchlos, schmilzt wie Harz, wird aber bei einer sehr hohen Temperatur zersetzt. (Pogg. Ann. XXIX. 85. Mylius: Journ. f. prakt. Chem. XXII. 105.) M.

Cascarillenöl, das flüchtige Oel aus der Rinde von Croton Elateria, gelblich-grün, spec. Gew. 0,983 (25°); wenig untersucht. M.

Casein s. Käsestoff.

Cassiaöl, das Oel aus der Rinde von Laurus cassia, süsslich, brennend schmeckend; gelblich-braun, spec. Gew. 1,071, ist identisch mit dem Zimmtöl. M.

Casslergelb ist basisches Chlorblei. s. Chlorblei.

Castoreum s. Kastoreum.

Castorinöl s. Ricinusöl.

Catechu s. Katechu.

Catechusäure s. Katechusäure.

Cathartin s. Sennabitter.

Cedrret, durch Reichenbach im Buchentheer aufgefunden. Es krystallisirt in kleinen rothen Nadeln, wird durch Hitze leicht zerstört, und löst sich in Schwefelsäure mit blauer Farbe auf. Vielleicht identisch mit dem Pyroxanthin. Vergl. Berzelius: Jahresbericht. 1836. p. 408. M.

Cedrium hiess bei den Alten der Holzessig, welcher zu der Aufbewahrung der Leichen angewendet wurde. Plin. Hist. nat. XVI. cap. 21. M.

Cement, Cmentation, Cementwasser s. Cäment u. s. w.

Centralbewegung nennt man die Bewegung eines Körpers, welche durch eine beständig nach demselben Punkt gerichtete beschleunigende Kraft bestimmt wird.

Bereits p. 307. und 308. wurde bewiesen, dass bei Bewegungen dieser Art, wie auch die beschleunigenden Kräfte beschaffen sein mögen, die vom Radius vector in gleichen Zeiten beschriebenen Räume einander gleich sind, und die Theile der Bahn in einer Ebene liegen. Ist der doppelte in der Zeiteinheit beschriebene Raum gleich c , so geben die dortigen Entwicklungen

$$ydx - xdy = cdt.$$

Wenden wir dieses unter Voraussetzung beliebiger anziehenden oder abstossenden Kräfte stattfindende Gesetz auf die Bewegung der Planeten an, so ergibt sich unmittelbar das erste Kepler'sche Gesetz:

- 1) Die Planeten bewegen sich in ebenen Curven, und ihre Radii vectores beschreiben um den Mittelpunkt der Sonne Flächenräume, die den Zeiten proportional sind.

Und die Umkehrung der Beweisführung zeigt, dass dieses erste Kepler'sche Gesetz nur dann stattfinden kann, wenn die Planeten von der Sonne nach irgend welchen Kräften angezogen werden.

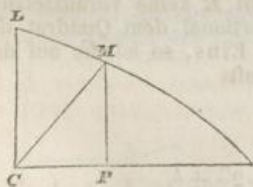
Aus den beiden anderen Kepler'schen Gesetzen, nämlich:

- 2) Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, deren einen Brennpunkt der Mittelpunkt der Sonne einnimmt.
3) Die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten um die Sonne verhalten sich zu einander wie die Cuben der mittleren Entfernungen

geht in analytischer Schlussweise hervor, dass die anziehende Kraft der Sonne

- a) für denselben Planeten in verschiedenen Entfernungen umgekehrt proportional ist dem Quadrat der Entfernungen der Mittelpunkte,
b) für verschiedene Planeten, auf dieselbe Entfernung bezogen, dieselbe ist.

Wir wollen in Folgendem unter Voraussetzung dieser Gesetze der Anziehung die Bahnen der Mittelpunkte der angezogenen Massen bestimmen, und angeben, wie für jede gegebene Zeit der Ort der Mittelpunkte berechnet werden könne.



Um zu späterem Gebrauch die Gleichung

$$ydx - xdy = cdt$$

in Polarcordinaten auszudrücken, bezeichnen wir den Winkel MCL durch φ und den Radius vector CM durch r . Alsdann ist

$$x = r \sin \varphi$$

$$y = r \cos \varphi$$

$$dx = r \cos \varphi \cdot d\varphi + \sin \varphi \cdot dr$$

$$dy = -r \sin \varphi \cdot d\varphi + \cos \varphi \cdot dr,$$

$$\text{also } ydx - xdy = r^2 d\varphi,$$

$$\text{folglich } r^2 d\varphi = cdt. \quad (1)$$

Auf den Punkt M wirke nun die Kraft R in der Richtung MC , so sind die Seitenkräfte nach den Axen CP und CL respective

$$X = -R \frac{x}{r}, \quad Y = -R \frac{y}{r},$$

$$\text{und da } X = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad Y = \frac{d^2y}{dt^2},$$

so entstehen die Gleichungen

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -R \frac{x}{r}, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -R \frac{y}{r}.$$

Multipliziert man die erstere mit $2dx$, die zweite mit $2dy$, und integriert, so folgt

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -2 \int R \frac{x dx}{r}; \quad \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = -2 \int R \frac{y dy}{r},$$

$$\text{oder } \frac{dx^2 + dy^2}{dt^2} = -2 \int R \frac{x dx + y dy}{r}.$$

Es ist aber

$$r^2 = x^2 + y^2,$$

$$\text{also } r dr = x dx + y dy,$$

$$\text{mithin } \frac{dx^2 + dy^2}{dt^2} = -2 \int R dr,$$

wo das Integralzeichen noch die willkürliche Constante involvirt.

Setzt man für dx und dy die so eben gefundenen Ausdrücke in Polarcordinaten, so erhält man

$$dx^2 + dy^2 = dr^2 + r^2 d\varphi^2,$$

und die vorige Gleichung wird

$$\frac{dr^2 + r^2 d\varphi^2}{dt^2} = -2 \int R dr.$$

Bisher wurde über die Natur der Kraft R keine Voraussetzung gemacht. Ist diese Kraft umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung und gleich μ in der Entfernung Eins, so ist die auf den Punkt M in der Entfernung r wirkende Kraft

$$= \frac{\mu}{r^2},$$

$$\text{also } 2 \int R dr = 2 \int \frac{\mu dr}{r^2} = -2 \frac{\mu}{r} + b,$$

$$\text{und hiernach } \frac{dr^2 + r^2 d\varphi^2}{dt^2} = 2 \frac{\mu}{r} - b, \quad (2)$$

wo b die willkürliche Constante bezeichnet.

Um nun φ und t zu bestimmen, eliminirt man aus dieser Gleichung und der Gleichung (1) respective t und φ . Die Elimination von dt giebt

$$\frac{c^2}{r^4} \frac{dr^2}{d\varphi^2} + \frac{c^2}{r^2} - 2 \frac{\mu}{r} + b = 0,$$

$$\text{also } d\varphi = \frac{cd r}{r^2 \sqrt{-b + 2\frac{\mu}{r} - \frac{c^2}{r^2}}}$$

Setzen wir $z = \frac{1}{r}$, also $dz = -\frac{dr}{r^2}$, so verwandelt sich dieser Ausdruck in

$$\begin{aligned} d\varphi &= \frac{cdz}{\sqrt{-b + 2\mu z - c^2 z^2}} \\ &= \frac{cdz}{\sqrt{\frac{\mu^2}{c^2} - b - \left(\frac{\mu}{c} - cz\right)^2}} \\ &= \frac{\frac{c^2}{\sqrt{\mu^2 - bc^2}} dz}{\sqrt{1 - \left(\frac{\mu - c^2 z}{\sqrt{\mu^2 - bc^2}}\right)^2}}, \end{aligned}$$

und die Integration desselben giebt, wenn w die willkürliche Constante ist,

$$\varphi = w + \arccos \left(\cos = \frac{\mu - c^2 z}{\sqrt{\mu^2 - bc^2}} \right)$$

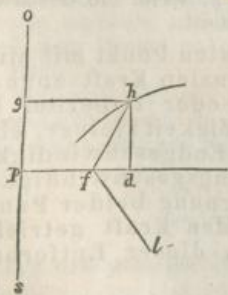
$$\text{oder } \cos(\varphi - w) = \frac{\mu - c^2 z}{\sqrt{\mu^2 - bc^2}}$$

und wenn für z wieder $\frac{1}{r}$ gesetzt wird,

$$r \left\{ \mu - \sqrt{\mu^2 - bc^2} \cdot \cos(\varphi - w) \right\} = c^2$$

$$\text{oder } \left\{ r \left(1 - \sqrt{1 - \frac{bc^2}{\mu^2}} \cdot \cos(\varphi - w) \right) \right\} = \frac{c^2}{\mu}. \quad (3)$$

Diese Gleichung, in welcher alle Grössen ausser r und φ Constante sind, ist die Gleichung eines Kegelschnitts, dessen Brennpunkt der Anfangspunkt der Coordinaten, also C ist.



Nehmen wir os als gegebene feste gerade Linie, und f als gegebenen festen Punkt an, so lässt sich allgemein ein Kegelschnitt definiren als Ort eines Punktes (h), dessen Entfernungen fh und gh , von f (dem Brennpunkte) und der Linie os (der Directrix) ein gegebenes Verhältniss haben. Wird der Quotient $\frac{fh}{gh}$ durch n bezeichnet, so ist der Ort des Punktes h eine Ellipse, wenn $n < 1$, eine Parabel, wenn $n = 1$, eine Hyperbel, wenn $n > 1$. Für die allgemeine Gleichung des Kegelschnitts erhalten wir, wenn $fh = r$, $fp = A$, $hfl = \varphi$

und $df = w$ gesetzt wird, da $hg = dp = \frac{r}{n}$ und $fd = r \cos(\varphi - w)$,

$$\frac{r}{n} = A + r \cos(\varphi - w)$$

$$\text{oder } r\{1 - n \cos(\varphi - w)\} = nA$$

Vergleichen wir diese Gleichung mit der Gleichung (3), so entspricht n der Wurzelgrösse $\sqrt{1 - b \frac{c^2}{\mu^2}}$ woraus man ersieht, dass die Bahn des Punktes M eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel ist, je nachdem $1 - b \frac{c^2}{\mu^2}$ kleiner, eben so gross, oder grösser als Eins, oder, da $\frac{c^2}{\mu^2}$ nothwendig positiv ist, je nachdem

$$b > 0, \quad b = 0, \quad b < 0.$$

Um den Werth der willkürlichen Constanten zu bestimmen, sey l die anfängliche Entfernung des Punktes M von C , und v die anfängliche Geschwindigkeit desselben. Da die Geschwindigkeit (v) gleich

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{dt} = \frac{\sqrt{dr^2 + r^2 d\varphi^2}}{dt},$$

so giebt die Gleichung (2)

$$v^2 + b = 2 \frac{\mu}{l},$$

$$\text{oder } b = 2 \frac{\mu}{l} - v^2,$$

$$\text{so dass } b > 0, \quad b = 0, \quad b < 0,$$

$$\text{wenn } v^2 < 2 \frac{\mu}{l}, \quad v^2 = 2 \frac{\mu}{l}, \quad v^2 > 2 \frac{\mu}{l}.$$

$\frac{\mu}{l^2}$ ist aber die Anziehungskraft in der Entfernung l . Bezeichnen wir dieselbe durch g , so ist $2 \frac{\mu}{l} = 2gl$, also gleich dem Quadrat der Endgeschwindigkeit eines durch den Fallraum l mit der constanten beschleunigenden Kraft g getriebenen Punktes, wenn die Geschwindigkeit im Anfange der Bewegung gleich Null ist.

Daraus folgt, dass ein gegen einen festen Punkt mit einer der Entfernung umgekehrt proportionalen Kraft angezogener Punkt eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel beschreibt, je nachdem seine Geschwindigkeit kleiner, eben so gross, oder grösser ist, als die Endgeschwindigkeit eines Körpers, welcher, ohne Anfangsgeschwindigkeit, durch eine Fallhöhe gleich der Entfernung beider Punkte mit einer constanten beschleunigenden Kraft getrieben wird, die der anziehenden Kraft in dieser Entfernung gleich ist.

Die Natur des Kegelschnittes hängt also bei gegebenener Anziehungskraft nur von der anfänglichen Geschwindigkeit des sich bewegenden Punktes ab, und ist unabhängig von der anfänglichen Richtung, welche bloss auf die Dimensionen der Curve influirt.

Ist der Winkel, welchen die anfängliche Richtung des Punktes mit dem Radius vector macht, gleich δ , so ist

$$\frac{dr}{dt} = v \cos \delta,$$

$$\text{also } v^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = v^2 \cos^2 \delta + r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2,$$

$$\text{folglich } \frac{d\varphi}{dt} = \frac{v \sin \delta}{r},$$

und, vermöge der Gleichung $r^2 d\varphi = c dt$, wenn l für r gesetzt wird,

$$c = vl \sin \delta,$$

woraus man sieht, dass c , und dadurch die Dimensionen des Kegelschnittes, mit von dem Winkel δ abhängen.

Da das vorausgesetzte Gesetz der anziehenden Kraft nach den grossen Entdeckungen Newton's allgemein für die gegenseitigen Anziehungen der ponderablen Massen gilt, und die gegenseitige Einwirkung der Himmelskörper auf einander, wegen ihrer grossen Entfernungen auf ihre Schwerpunkte bezogen werden kann, so ergibt sich aus dem Vorigen, dass die Schwerpunkte aller Himmelskörper um die Centralpunkte, gegen welche sie beständig angezogen werden, falls diese unveränderlich fest ständen, und keine anderweitigen Störungen stattfänden, entweder Ellipsen, Parabeln oder Hyperbeln beschreiben müssten. Ist die Bahn, wie bei den Planeten, in sich zurücklaufend, so muss sie eine Ellipse sein, und wir haben das zweite Kepler'sche Gesetz. Parabolische oder hyperbolische Bahnen werden vielleicht von vielen Kometen beschrieben, wenigstens ist bei manchen, wenn sie sich auch in Ellipsen bewegen, die Excentricität so gross, dass derjenige Theil ihrer Bahn, auf welchem sie von der Erde aus gesehen werden können, ohne merklichen Fehler für parabolisch genommen werden kann. Für den Fall einer Hyperbel gilt nur derjenige Zweig derselben, welcher seine hohle Seite dem Centralpunkte zuwendet.

Durch die Bestimmung der Constanten b und c ist die durch die Gleichung (3) ausgedrückte Bahn vollkommen gegeben. Die willkürliche Constante w hängt nur von der Wahl desjenigen Radius vector ab, von welchem an der Winkel φ gerechnet werden soll, und ist gleich dem Winkel zwischen diesem Radius vector und der Hauptaxe der Bahn.

Will man für den Fall einer Ellipse die beiden Axen und die Excentricität durch b , c und μ ausdrücken, so gelangt man dazu leicht durch die aus den Gleichungen (1) und (2) entstandene Gleichung

$$\frac{c^2}{r^4} \cdot \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 + \frac{c^2}{r^2} - \frac{2\mu}{r} + b = 0.$$

Für den grössten und kleinsten Werth von r ist nämlich $\frac{dr}{d\varphi} = 0$, wodurch man zur Bestimmung dieser Werthe die quadratische Gleichung hat:

$$\frac{c^2}{r^2} - \frac{2\mu}{r} + b = 0,$$

$$\text{oder } r^2 - \frac{2\mu}{b}r + \frac{c^2}{b} = 0.$$

Diese Werthe sind aber keine anderen als $a(1+e)$ und $a(1-e)$, wenn durch a die halbe grosse Axe und durch e die Excentricität bezeichnet wird. Und da in einer quadratischen Gleichung das letzte Glied dem Produkt, und der mit (-1) multiplicirte Coëfficient des zweiten Gliedes der Summe der beiden Wurzeln gleich ist, so erhält man unmittelbar

$$a^2(1-e^2) = \frac{c^2}{b}$$

$$\text{und } 2a = \frac{2\mu}{b},$$

womit a , e und die kleine Axe $a\sqrt{1-e^2}$ durch b , c und μ gegeben sind.

Diese Gleichungen führen zugleich zu einer einfachen Relation zwischen der Umlaufzeit, der halben grossen Axe, und der Kraft μ . Bezeichnen wir die Umlaufzeit durch T , so haben wir, da der Inhalt der Ellipse gleich ist $\pi a^2\sqrt{1-e^2}$, für c , oder den doppelten in der Zeiteinheit beschriebenen Flächenraum, die Gleichung

$$c = \frac{2\pi a^2\sqrt{1-e^2}}{T}$$

Eliminirt man aber b aus den so eben gefundenen Gleichungen, so kommt

$$\mu = \frac{c^3}{a(1-e^2)}$$

Setzt man nun in diesen Ausdruck für c den vorigen Werth ein, so folgt

$$\mu = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2}.$$

Ist für einen anderen Punkt die halbe grosse Axe a' und die Umlaufzeit T' , die Anziehungskraft aber, auf die Einheit der Entfernung bezogen, dieselbe, so ist

$$\frac{4\pi^2 a^3}{T^2} = \frac{4\pi^2 a'^3}{T'^2}$$

$$\text{oder } \frac{a^2}{T^2} = \frac{a'^2}{T'^2},$$

d. h. mit den Worten des dritten Kepler'schen Gesetzes: Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie Kuben der mittleren Entfernung, oder der halben grossen Axen.

Es bleibt nun noch übrig, den Ort des beweglichen Punktes für eine gegebene Zeit zu bestimmen.

Wir lösen diese Aufgabe nur für den besonderen Fall, dass die Bahn elliptisch sey. Durch Elimination von $d\varphi$ aus den Gleichungen (1) und (2) erhält man

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{c^2}{r^2} - \frac{2\mu}{r} + b = 0.$$

Da nach dem Vorigen

$$\begin{aligned} r^2 - \frac{2\mu}{b}r + \frac{c^2}{b} &= \{r - a(1+e)\} \{r - a(1-e)\} \\ &= (r - a - ae)(r - a + ae) \\ &= (r - a)^2 - a^2e^2, \end{aligned}$$

$$\text{so ist } \frac{c^2}{r^2} - \frac{2\mu}{r} + b = \frac{b}{r^2} \{ (r - a)^2 - a^2e^2 \},$$

und wir erhalten die Differentialgleichung

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{b}{r^2} \{ (r - a)^2 - a^2e^2 \} = 0$$

$$\text{oder } dt = \frac{rdr \cdot \sqrt{\frac{1}{b}}}{\sqrt{a^2e^2 - (r-a)^2}}$$

Um diese Gleichung zu integrieren, setze man

$$r = a(1 - e \cos u).$$

$$\text{Dann ist } a^2e^2 - (r - a)^2 = a^2e^2 \sin^2 u,$$

$$dr = ae \sin u du,$$

$$\text{folglich } dt = (1 - e \cos u) du \cdot a \sqrt{\frac{1}{b}},$$

oder, da $a = \frac{\mu}{b}$ gefunden wurde,

$$dt = (1 - e \cos u) du \cdot a \sqrt{\frac{a}{\mu}},$$

Die Integration dieser Gleichung giebt, wenn zugleich $\frac{1}{a} \sqrt{\frac{\mu}{a}} = n$ gesetzt wird,

$$nt = u - e \sin u + \text{const.}$$

$$\text{oder } nt = u - e \sin u,$$

wenn t von dem Moment an gerechnet wird, in welchem $u = 0$, also r ein Minimum ist, oder der bewegliche Punkt sich in der grössten Nähe des Centralpunktes befindet.

Vermittelst dieser Gleichung kann, wenn n (welches gleich $\frac{2\pi}{T}$, also gleich dem Winkel ist, den der Radius vector bei gleichförmiger Bewegung in der Zeiteinheit beschreiben würde) und e bekannt sind, u für ein gegebenes t berechnet werden. Ist u gefunden, so wird nach der Gleichung

$$r = a(1 - e \cos u)$$

r berechnet, und durch die Gleichung (3) findet man dann den Werth von φ . Die Mittel zur bequemeren Berechnung dieser Grössen sehe man in specielleren Werken.

Unter den unzählig vielen anderen Annahmen, welche über die Natur der Centrakraft gemacht werden können, möchte vielleicht diejenige am meisten interessiren, nach welcher der bewegliche Punkt

schleunigende Kraft anzusehen, woraus, nach den im Artikel „Bewegung“ vorgetragenen Lehren, hervorgeht, dass die Räume des Radius vector in gleichen Zeiten einander gleich sind, mithin die Bewegung des Punktes auf der Kreisperipherie völlig gleichförmig, und somit die Einwirkung des Fadens in jedem Punkt dieselbe ist.

Nehmen wir nun an, dass der Punkt in der unendlich kleinen Zeit τ den unendlich kleinen Bogen ab beschreibt, so kann für diese Zeit die aus der Spannung des Fadens hervorgehende, den Punkt nach m treibende Kraft als parallel betrachtet, und die Ablenkung des Punktes von der Tangente mit dem Fall eines horizontal geworfenen Körpers verglichen werden. Diese Ablenkung ist gleich ac , oder, da

$$ac : ab = ab : ad,$$

(wenn ab als gerade Linie betrachtet wird) gleich

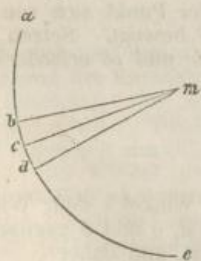
$$\frac{ab^2}{ad} = \frac{v^2 \tau^2}{2r},$$

wo r den Radius und v die Geschwindigkeit des Punktes bezeichnet.

Aus diesem Ausdruck findet man (wenn das Maass einer beschleunigenden Kraft die Geschwindigkeit angenommen wird, welche sie einem Körper in der Zeiteinheit ertheilt), durch Division mit dem Quadrat der Zeit und Multiplication mit 2, für den Werth der beschleunigenden Kraft des Fadens

$$\frac{v^2}{r},$$

und diese Grösse ist zugleich das Maass derjenigen Kraft, mit welcher sich der Punkt in entgegengesetzter Richtung aus der Bahn zu entfernen strebt, oder der aus der Kreisbewegung hervorgehenden Schwungkraft.



Will man die Schwungkraft eines Punktes bestimmen, welcher durch irgend eine Ursache gezwungen ist, sich auf einer Curve einfacher oder doppelter Krümmung, $abcde$, zu bewegen, so kann man die Bewegung auf einem unendlich kleinen Theil (bcd) der Curve so ansehen, als geschehe sie auf der Peripherie eines durch drei gleich weit von einander abstehende Punkte gelegten Kreises, des Krümmungskreises.

Da die Schwungkraft nur aus der Neigung des Punktes, in der Richtung der Tangente fortzugehen, entspringt, so ist ihre Richtung und ihr Werth offenbar unabhängig von der besonderen Art und Weise, wie die Form der Curve bestimmt wird. Das vorhin gefundene Resultat erleidet daher eine unmittelbare Anwendung auf diesen allgemeinen Fall, und wir haben allgemein für den Werth der nach der Verlängerung des Krümmungsradius gerichteten Schwungkraft

$$\frac{v^2}{r},$$

wenn v die Geschwindigkeit des Punktes und r die Grösse des Krümmungsradius bezeichnet.

Eine directere Bestimmung dieser Kraft erhält man auf folgende Weise: Bezeichnet man den unendlich kleinen Winkel, welchen die Verlängerung des als gerade Linie betrachteten Bogens dc mit dem ebenfalls als gerade Linie betrachteten Bogen cb bildet, und welcher der Berührungswinkel genannt wird, durch ε , so ist die Geschwindigkeit, mit welcher der Punkt von dc auf cb übergeht, gleich

$$v \cos \varepsilon,$$

und diejenige, mit welcher er sich in einer auf cb senkrechten Richtung von der Bahn zu entfernen strebt

$$v \sin \varepsilon,$$

Der Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten v und $v \cos \varepsilon$, oder

$$v(1 - \cos \varepsilon) = 2v \sin \frac{1}{2}\varepsilon^2$$

ist der Verlust an Geschwindigkeit, welcher beim Uebergange von einem Element der Bahn zum anderen stattfindet. Da aber dieser Ausdruck eine unendlich kleine Grösse zweiter Ordnung ist, so wird der Verlust, unendlich oft wiederholt, immer nur durch eine unendlich kleine Grösse erster Ordnung dargestellt werden, also für jeden endlichen Weg des Punktes gleich Null sein. Wenn die Bahn an einer Stelle plötzlich ihre Richtung um einen endlichen Winkel ε ändert, so ist $v(1 - \cos \varepsilon)$ ebenfalls eine endliche Grösse, und es findet dann an dieser Stelle ein wirklicher Verlust an Geschwindigkeit statt.

Die Geschwindigkeit $v \sin \varepsilon$ ist diejenige, welche die Schwungkraft dem Punkte in einer Zeit ertheilen würde, in welcher der Berührungswinkel die Grösse ε erreicht, oder der Punkt sich von der Mitte der Linie dc bis zur Mitte der Linie cb bewegt. Setzen wir diese, oder die gleiche zum Durchlaufen von dc und cb erforderliche Zeit gleich τ , so ist die Schwungkraft

$$\frac{v \sin \varepsilon}{\tau}$$

$$\text{und } dc = cb = v\tau.$$

Es ist aber leicht einzusehen, dass der Winkel ε dem Winkel dmc oder cmb , welchen die nach den Punkten d , c und b gezogenen Krümmungsradien mit einander bilden, gleich ist, und daher

$$dc = cb = r \sin \varepsilon,$$

wenn $\sin \varepsilon = 2 \sin \frac{1}{2}\varepsilon$ gesetzt wird.

Die Verbindung dieser Gleichung mit der vorigen giebt

$$\frac{\sin \varepsilon}{\tau} = \frac{v}{r},$$

was für die Schwungkraft wiederum den vorhin gefundenen Ausdruck liefert:

$$\frac{v^2}{r}.$$

Diese Kraft muss durch diejenigen Ursachen, welche den Punkt auf seiner Bahn erhalten, aufgehoben werden.

Wirken auf den Punkt mehrere bewegende Kräfte, und zerlegt man jede derselben nach der Richtung der Tangente der Bahn und einer darauf senkrechten Richtung, so dient die Summe der ersteren Componenten, je nach dem Sinne, in welchem sie wirkt, zur Vermehrung oder Verminderung der Geschwindigkeit des Punktes, die Resultante der letzteren aber, welche wir durch Q bezeichnen, setzt sich mit der Schwungkraft, nach der Regel des Parallelogramms der Kräfte, zu dem Druck zusammen, welchen der Punkt senkrecht gegen die Bahn ausübt.

Ist der Punkt bloss gezwungen, sich auf einer gegebenen Fläche zu bewegen, so wird er diejenige Linie beschreiben, für welche in jedem Augenblick die Mittelkraft aus Q und der Schwungkraft senkrecht auf der Tangentialebene der Fläche steht. Ist $Q = 0$, in welchem Falle entweder keine oder eine nach der jedesmaligen Tangente gerichtete bewegende Kraft auf den Körper wirkt, so muss die Schwungkraft unmittelbar durch den Widerstand der Fläche aufgehoben werden, also der Krümmungshalbmesser in jedem Punkte senkrecht auf der Tangentialebene stehen, und der Punkt wird denjenigen Weg auf der gegebenen Fläche beschreiben, welcher von einem Punkte zu einem anderen der kürzeste ist.

Wenn endlich der Punkt völlig frei ist, so muss die Schwungkraft durch Q selbst aufgehoben werden. Bezeichnen wir die Resultante der bewegenden Kräfte durch R , und den Winkel, welchen ihre Richtung mit dem Krümmungshalbmesser bildet, durch φ , so folgt die Gleichung

$$R \cos \varphi = \frac{v^2}{r}.$$

Dieser Fall findet namentlich eine Anwendung bei der Centralbewegung der Himmelskörper, wo R diejenige Kraft ist, mit welcher der Mittelpunkt des umlaufenden Körpers gegen den Centralpunkt angezogen wird. Kennt man nämlich die Bahn dieses Punktes und die Umlaufzeit desselben, so lässt sich die Grösse des Krümmungsradius, der Winkel, welchen die Richtung der Centralkraft mit demselben bildet, und die Geschwindigkeit für jeden Punkt der Bahn bestimmen, und die vorstehende Gleichung giebt dann unmittelbar die Grösse der Centralkraft. Auf diesem Wege entdeckte Newton das Gesetz der Kraft, mit welcher die Planeten gegen die Sonne und die Trabanten gegen ihre Planeten angezogen werden.

Eine Wirkung der Schwungkraft, welche für uns ein besonderes Interesse darbietet, ist die Verminderung der Schwere durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe.

Betrachten wir die Erde als eine vollkommene Kugel, und bezeichnen den Radius derselben durch r , so ist der Radius eines Parallelkreises für die geographische Breite φ gleich $r \cos \varphi$, und die Schwungkraft für einen Punkt auf der Peripherie desselben

$$\frac{4\pi^2 r^2 \cos \varphi^2}{T^2 r \cos \varphi} = \frac{4\pi^2 r \cos \varphi}{T^2},$$

wo T die Zeit eines Sterntages bezeichnet.

Da diese Kraft in der Ebene des Parallelkreises nach der Verlängerung des Radius gerichtet ist, so bildet sie mit der nach dem Mittelpunkt der Erde gerichteten Anziehungskraft den stumpfen Winkel $\pi - \varphi$, und man sieht, dass sowohl die Richtung als die Grösse der Schwere eine Aenderung erleiden. Vernachlässigt man die im Maximum ungefähr 6 Minuten betragende Ablenkung der Richtung, so beträgt die Verminderung der Schwere

$$\frac{4\pi^2 r \cos \varphi^2}{T^2},$$

ist also dem Quadrat des Cosinus der Breite proportional, und erreicht am Aequator das Maximum

$$\frac{4\pi^2 r}{T^2},$$

oder, in Theilen der Schwere (g) ausgedrückt,

$$\frac{4\pi^2 r}{g T^2},$$

Setzt man in diesen letzteren Ausdruck für r den von Bessel bestimmten wahrscheinlichsten Werth des Aequatorhalbmessers, nämlich 3271954 Toisen, $T = 86164$ Secunden, und g , da der geringe Unterschied der Schwere hierbei vernachlässigt werden kann, gleich der Schwere zu Berlin, 31,2649 pr. Fuss, so erhält man nahe den numerischen Werth

$$\frac{1}{289}.$$

Wäre daher die Rotationsgeschwindigkeit der Erde 17mal so gross als jetzt, so würde, da sich die Schwungkraft wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhält, die Schwere am Aequator völlig aufgehoben werden.

Dieser Bruch, welcher bei der vollkommen kugelförmigen Gestalt der Erde den Unterschied zwischen der Schwere am Aequator und den Polen angeben würde, wird noch durch die ellipsoïdische Gestalt der Erde, welche (ebenfalls im Verhältniss des Quadrats des Cosinus der Breite) eine Abnahme der Anziehungskraft mit der Annäherung an den Aequator bewirkt, vermehrt, so dass nach Poisson der wirkliche Unterschied der Schwere am Aequator und den Polen $\frac{1}{286}$ der letzteren beträgt.

Offenbar ist diese Abnahme der Schwere nach dem Aequator zu die Ursache der abgeplatteten Gestalt des Erdkörpers. Jedoch verhält sich die wirkliche Entfernung eines Punktes der Erdoberfläche vom Mittelpunkt nicht, wie Einige meinen, genau umgekehrt wie die Schwere, indem das Verhältniss der Schwere am Aequator zu der an den Polen nahe 199:200, das von Bessel aus sämtlichen Gradmessungen abgeleitete wahrscheinlichste Verhältniss der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators aber 299,7047:300,7047 ist. Rr.

Centrifugmaschine s. Schwungmaschine.

Centrifugalpendel s. Pendel.

Centripetalkraft oder **Centralkraft** ist diejenige (nicht aus der Bewegung selbst hervorgehende) Kraft, welche einen bewegten Körper beständig gegen einen festen Punkt, den Centralpunkt, hin-, oder ihn von demselben zurücktreibt. Rr.

Cephalote s. Hirnfette.

Ceraïn s. Wachs.

Cerasin s. Gummi.

Cerauniansinter (von κεραυνός Blitz) s. Blitzröhre.

Ceraunit s. Meteorstein.

Cerebrate s. Hirnfette.

Cerin s. Allanit.

Cerin ist ein Hauptbestandtheil des Wachses, aus welchem es John zuerst darstellte. Nach der Analyse von Ettling besteht es aus 78,86 C; 13,49 H; 7,65 O. Die Bereitung desselben ist folgende: Man extrahirt reines Wachs mit ungefähr dem 10fachen seines Gewichtes kochenden Alkohols und wiederholt diese Operation einige Male. Beim Erkalten scheidet es sich in Flocken aus, die in Weingeist gelöst, umkrystallisirt, dann ausgepresst und getrocknet werden. Es ist von weisser Farbe, hat ein spec. Gew. von 0,969, löst sich in heissem Alkohol, in Aether und in Terpenthinöl, ist geruchlos, zwischen den Zähnen knetbar, besitzt aber eine grössere Härte als Wachs. Bei der trockenen Destillation wird es in Margarinsäure und Essigsäure zerlegt und liefert ausserdem noch etwas Cerin und einige Gase, kochendes Kali verwandelt es in Margarinsäure und Cerain. Vergl. Wachs. M.

Cerit, **Ceririt**, **Cerinstein**, wegen seines Gehaltes an Cerium so genannt. Ein derbes, undurchsichtiges Mineral von nelkenbrauner bis kirschrother und perlgrauer Farbe. Schimmernd oder schwach diamantglänzend. Härte zwischen Apatit und Feldspath. Spec. Gew. 4,9—5. Löslich in warmer Salzsäure. Besteht aus $\frac{1}{3}$ kiesel-saurem Ceroydul mit Wasser = $Ce_2Si + 3H$ (Hisinger, Vauquelin), enthält aber sehr wahrscheinlich auch das kürzlich entdeckte und Cerium gewöhnlich begleitende Lanthan. Cerit findet sich auf einem Kupferkieslager im Gneiss bei Riddarhyttan in Westmanland. B.

Cerium, **Cer**, **Cerer**: $Ce = 574,796$, ein 1803 gleichzeitig von Klaproth, Hisinger und Berzelius im Cerit entdecktes Metall, dessen rothbraunem Oxyd der erstere anfänglich den Namen Ochroit-erde gab, letztere den von Ceres abgeleiteten Namen, in Bezug auf den kurz zuvor entdeckten Planeten Ceres, einführten.

Cerium wird erhalten durch Zersetzung des Chlorcerit mittelst Kalium bei Glühhitze. Nach dem Fortwaschen des Chlorkalium bleibt Cerium als ein chocoladenbraunes Pulver zurück, das unter dem Polirstahl einen grauen schwachen Metallglanz annimmt. An der Luft erhitzt, verbrennt es zu Oxyd, oxydirt sich an feuchter Luft und in heissem Wasser, leitet Elektrizität nicht und löst sich in verdünnten Säuren unter Entwicklung von Wasserstoff auf. Es hat ein Oxydul und ein Oxyd, und findet sich in der Natur mit Fluor und Fluoryttrium als Ytrocirit. (Pogg. Ann. XI. 406.) B.

Cerolith s. Kerolith.

Ceroxyd, (Ce), erhält man beim Erhitzen des Ceroxydulhydrats und des kohlen-sauren Oxyduls. Es ist ein ziegelrothes Pulver, das Hydrat hellgelb. — Die Oxydsalze sind gelb oder orangefarben, schmecken säuerlich-süss, und werden durch Kochen mit Salzsäure unter Chlorentwicklung zu Oxydulsalzen reducirt. B.

Ceroxydul, Ce kommt in einigen seltenen Mineralien an Kohlensäure und Kieselsäure gebunden vor; der Cerit besteht nur aus kiesel-saurem Ceroxydul mit geringen Beimengungen von Eisenoxyd, Lanthanoxyd und Kalkerde. Man kocht den gepulverten Cerit mit Königswasser, welches die Kieselsäure ungelöst lässt, fällt aus der Auflösung durch bernsteinsäures Ammoniak das Eisenoxyd, durch Ammoniak dann die Oxyde von Lanthan und Cer. Verdünnte Salpetersäure zieht das Lanthanoxyd aus. Digerirt man nun das rückständige Gemisch von Ceroxydul und Ceroxyd so lange in heisser Salzsäure, als sich noch Chlor entwickelt, so erhält man Cerchlorür, aus welchem Kali ein weisses Hydrat von Ceroxydul niederschlägt, das an der Luft schnell Sauerstoff aufnimmt und gelb wird (Oxyduloxyd). Wasserfrei hat sich das Oxydul noch nicht darstellen lassen. — Die Oxydulsalze sind farblos, schmecken süß, zusammenziehend; kautische Alkalien schlagen weisses Oxydulhydrat daraus nieder, schwefelsaures Kali bildet einen aus einem schwefelsauren Doppelsalz bestehenden Niederschlag, der in einem Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslich ist. Durch Schwefelwasserstoff wird keine Fällung hervorgebracht. B.

Ceten. Bei der Destillation des Aethals mit wasserfreier Phosphorsäure, erhielten Dumas und Péligot eine ölige Flüssigkeit, aus $\text{C}_{32}\text{H}_{64}$ bestehend. Sie ist farblos, unlöslich in Wasser, löslich in Aether und Alkohol; kocht bei 275°C . Der Dampf hat ein spec. Gew. von 7,843. M.

Cetenschwefelsäure. Durch Vermischen des Aethals mit concentrirter Schwefelsäure und Erhitzen im Wasserbade erhielten Dumas und Péligot eine zusammengesetzte Säure, welche aus $2\text{SO}_3 + \text{C}_{32}\text{H}_{65}\text{O}$ besteht. Sie bildet mit den Basen krystallisirbare Salze. M.

Cetine, Wallrath, Wallrathfett besteht nach der Analyse von Chevreul aus: $\text{C}_{59}\text{H}_{118}\text{O}_2 = 81,6\text{C}; 12,8\text{H}; 5,6\text{O}$, und bildet

den Hauptbestandtheil des Wallraths. Es findet sich in besonderen Höhlen im Kopfe des *Pyseter macrocephalus*, *Tursio microps*, *Orthodon* und des *Delphinus edentulus* im Wallrathöl aufgelöst. Wenn das Thier todt ist, scheidet es sich aus dem Oele ab, von welchem es abfiltrirt und durch verdünnte Kalilauge gereinigt wird. Der Wallrath, der im Handel vorkommt, enthält ausser dem Wallrathfett noch ein anderes Fett, das durch kalten Weingeist ausgezogen werden kann. Aus seiner Auflösung in heissem Alkohol krystallisirt es in zarten, weissen, perlmutterglänzenden Blättchen, ist geruch- und geschmacklos, schmilzt bei 49° , gesteht zu einer strahligen Masse von blättriger Textur, bei einer Temperatur von 360° verflüchtigt es sich, ohne sich zu zersetzen. Es ist in Wasser und kaltem Alkohol unlöslich, löst sich aber in Aether, Holzgeist, flüchtigen und fetten Oelen auf. Angezündet brennt es mit heller Flamme, wie Wachs. Mit den Alkalien wird es verseift und bildet dabei Margarinsäure, Oelsäure und Aethyl.

M.

Cetrarin, Moosbitter, kommt im isländischen Moos (*Cetraria islandica*) vor und wird daraus gewonnen, indem man das Moos stösst, mit Weingeist so lange macerirt, als dieser noch einen bitteren Geschmack annimmt. Das Cetrarin setzt sich, nachdem der Alkohol davon abdestillirt ist, in Körnern ab, welche mit Aether und kaltem Alkohol abgewaschen und dann in der ohngefähr 200fachen Menge kochenden Alkohols wieder aufgelöst werden. Ist die Auflösung erkaltet, so setzt sich das Cetrarin daraus ab. Um aus der rückständigen Auflösung das noch darin enthaltene Cetrarin zu gewinnen, lässt man diese verdunsten.

Das reine Cetrarin hat folgende Eigenschaften: es ist vollkommen weiss, erscheint zuweilen in Gestalt kleiner Kügelchen, die beim Zusammenpressen Seidenglanz annehmen. Es färbt stark ab, ist geruchlos, zeigt, wenn es aufgelöst ist, einen sehr bitteren Geschmack, ist in Wasser, Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, Kreosot und einigen anderen Lösungsmitteln nur höchst wenig löslich, etwas mehr löst absoluter kochender Alkohol auf, die Auflösungen verändern das Lackmuspapier nicht. In fetten Oelen ist es unlöslich. Aus seinen Auflösungen wird es durch starke Säuren gallertartig gefällt.

Wird das Cetrarin längere Zeit mit Wasser gekocht, so erleidet es eine Zersetzung, das Wasser färbt sich dabei gelb und der Rückstand ist von dunkelbrauner Farbe. Versucht man es zu schmelzen, so gelingt dies nur unvollständig; bei einer Temperatur von 125° färbt es sich braun, setzt man die Hitze noch weiter fort, so entwickelt sich ein saures Oel, wobei eine schwammige Kohle zurückbleibt. Concentrirte Salpetersäure verwandelt es unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas in eine gelbe, harzige Masse. Concentrirte Schwefelsäure zerstört es und verwandelt es in eine anfangs gelbe, dann rothe, zuletzt braune Masse, die sich vollständig in der angewandten Säure auflöst. Wasser erzeugt in dieser Auflösung einen braunen Niederschlag, wobei sich die Flüssigkeit entfärbt, er ist dann in Wasser und Säuren unlöslich, kann aber durch Alkalien wieder aufgelöst und aus dieser Auflösung durch Säuren wieder niedergeschlagen werden.

Chlor, Brom und Jod zeigen keine Reaction auf das Cetrarin.

Concentrirte Salzsäure löst es nur wenig auf, das Ungelöste nimmt aber dabei eine tief blaue Farbe an. Wird es mit dieser Säure gekocht, so zeigt sich dieselbe Erscheinung, das Cetrarin, welches sich dabei aufgelöst hatte, fällt nach längerem anhaltendem Kochen mit blauer Farbe zu Boden. Man hat diesen Niederschlag Cetrarinblau genannt.

Lässt man über gelinde erwärmtes Cetrarin einen Strom salzsauren Gases streichen, so fängt es zu schmelzen an, bläht sich auf und verkohlt, hierbei destillirt eine orangerothe ölartige Flüssigkeit über und gleichzeitig sublimirt sich eine röth gefärbte Masse.

In kaustischen und kohlen-sauren Alkalien löst sich das Cetrarin auf, wobei die Auflösung ihre alkalische Reaction beibehält. Setzt man Essigsäure hinzu, so erhält man einen weissen gelatinösflockigen Niederschlag, der aus einer Verbindung des Cetrarins mit Kali besteht; man reinigt ihn durch Auflösen in heissem Alkohol. Diese Verbindung zeigt mit Metallsalzen eigenthümliche Reactionen. In Eisenoxydauflösungen entsteht ein rother, in Kupferoxyd- ein grünlicher, in Blei- und Silberoxydauflösungen ein weisser Niederschlag. M.

Cetyl, das hypothetische Radical des Aethals. Es besteht aus $C_{32}H_{66}$, und vereinigt sich mit Chlor zu Chlorcetyl, wenn man Aethyl mit Phosphorchlorid P_2Cl_6 destillirt. Die neue entstandene Chlorverbindung besteht aus $C_{32}H_{64}Cl_2$. (Dumas, Péligot). M.

Ceylanit heisst der schwarze Spinell wegen seines Vorkommens auf Ceylon. B.

Chabasit, Chabasie, nach einem in den Liedern des Orpheus erwähnten Stein $\chi\alpha\beta\alpha\zeta\iota\omicron\varsigma$ (Chabazios), bei Plinius (Chalazias), krystallisirt in würfelförmlichen Rhomboëdern, deren Endkantenwinkel $90^{\circ}46'$ ist, wesshalb der Chabasit auch Cubocit und Würfelzeolith heisst. Die in Blasenräumen der Mandelsteine des Basaltes und anderer vulkanischer Gesteine drusig oder einzeln vorkommenden Krystalle sind federartig gestreift, durchsichtig oder durchscheinend, wasserhell, weiss, gelblich oder röthlich. Härte zwischen Flussspath und Apatit, spec. Gew. 2,0—2,2. Schmilzt vor dem Löthrohr zu einem blasigen Email, fein gepulvert in Salzsäure unter Abscheidung der schleimig zurückbleibenden Kieselsäure löslich. Zusammengesetzt ist der Chabasit aus $\frac{2}{3}$ kieselsaurer Thonerde, $\frac{1}{3}$ kieselsaurer Natron-

Kalkerde und Wasser = $(Ca, Na, K)_2Si_2 + Al_3Si_2 + 18H$. Denjenigen Chabasit, worin Natron vorherrschend ist, hielt man früher für ein eigenes Mineral, Gmelinit, dessen scheinbar abweichende Krystallform in Zwillingbildung ihren Grund hat. (Pogg. Ann. XLIX. 211.) In dem eigentlichen Chabasit ist Kalk überwiegend. — Dieselbe chemische Zusammensetzung haben auch der Levyn, der aber in einem Rhomboëder von $79^{\circ}29'$ krystallisirt, und der Mesolin, welcher als krystallinischer Ueberzug in Blasenräumen vorkommt. — Andreasberg, Böhmen, Island, die Faröern liefern besonders den Chabasit. — Einige Varietäten haben einen grösseren Gehalt an Kieselsäure ergeben, als obiger Formel entspricht. Berzelius hält es für wahrscheinlich,

dass er von zufälligen Einmengungen herrührt. (Jahresbericht. XIII. 169. Pogg. Ann. XXV. 495.) B.

Chalcedon, eine dichte Varietät des Quarzes, die sich in Afterskrystallen des Quarzes, Kalkspaths u. a., meist aber in traubigen, tropfsteinartigen, kugligen Massen in Blasenräumen der Mandelsteine, Porphyre u. s. w., selten auf Erzgängen findet. Oft macht er das Versteinerungsmittel von Fungiten, Madreporiten und anderen aus. Chalcedon ist im Bruch matt oder schimmernd; von weisser, bläulicher, grauer und gelber Farbe. Wechselt weisse und braune Lagen im Chalcedon, so heisst er Onyx, grau und weisse Chalcedonyx, roth und weisse Sardonyx. Nicht selten zeigen sich braune oder schwarze Dendriten oder moosartige Zeichnungen in der Chalcedonmasse, solche Abänderungen heissen Mokkaesteine. Island, die Faröern, Oberstein sind die vorzüglichsten Fundorte des Ch., der ausserdem in Geschieben an den Ufern des Nils, auf Ceylon, und in den Steppen des mittleren Asiens vorkommt. Er soll zuerst bei Chalcedon in Kleinasien gefunden worden sein, und daher seinen Namen erhalten haben. Er macht den Hauptbestandtheil des Achats aus, und wird theils für sich, theils im Achat zu Polirsteinen, Reibeschaalen und vielen Zierrathen geschliffen. — Mit dem Chalcedon in allem, ausser der Farbe, übereinstimmend, sind: Carneol, roth; Chryso-pras, apfelgrün; Plasma, lauchgrün; Heliotrop, dunkellauchgrün mit rothen Punkten, die man daher auch als Varietäten des Chalcedons betrachtet. (s. die genannten Art.) B.

Chalkolith s. Uranglimmer.

Chamäleon, mineralisches, ist mangansaures Kali.

Chamillenöl von Matricaria chamomilla, hat eine dunkelblaue Farbe, ist dickflüssig, fast undurchsichtig, wird an der Luft braun und verharzt sich, was durch die Einwirkung von Salpetersäure noch weit schneller geschieht. Werden die Chamillenblumen bei der Destillation nicht vollständig von dem Kraute getrennt, so hat das Oel eine grünliche Farbe. Meistentheils ist es dadurch verfälscht, dass die Blumen mit Terpenthinöl destillirt worden sind. M.

Chamoisit, ein dichtes, erdiges, auf die Magnetnadel wirkendes Eisenerz von grünlich-grauer Farbe. Spec. Gew. 3.0—3.4. Vollständig zersetzbar durch Salzsäure, besteht nach Berthier aus 14,3 Kieselsäure; 7,8 Thonerde; 60,5 Eisenoxydul; 17,4 Wasser = $2\text{Fe}_2\text{Si} + \text{Fe}_6\text{Al} + 12\text{H}$. Findet sich zu Chamoisin in Valais. B.

Chamsin, Khamseen, Khamsin, der in Aegypten gebräuchliche Name heisser Wüstenwinde, die in Arabien und Persien unter dem Namen Samum, Simum, Semum (giftige, heisse Winde) bekannt sind, und auch Samiel genannt werden. Dieser Wind soll besonders vom 29. April bis 18. Juni in Aegypten sich zeigen, und daher seinen Namen von Chamsin, funfzig, erhalten haben. Der demselben von den

Negern gegebene Name Harmattan ist nach Dobson eine Abkürzung von Aberrahmantah von Aberrahman: wehen und tah: Talg, weil die Neger sich, wenn er weht, die Haut mit Talg einreiben, um das Springen derselben zu vermeiden. Die Gefahren dieser heissen Winde sind, wie alle Schrecken der Wüste, absichtlich von den Beduinen, und unabsichtlich von den Reisenden übertrieben worden. Da nämlich die Wüste theils aus flachem Felsboden besteht, nämlich wenig erhabenen Plateaus, in deren Einschnitten sich der Sand anhäuft, die Caravane aber diesen Einschnitten folgen, weil in ihnen allein Wasser erhalten werden kann, so haben die allmählig mit Sand überschütteten Gerippe gefallener oder geschlachteter Kameele und verschmachteter Menschen die Vorstellung erzeugt, der Untergang derselben sei durch jene Winde in Folge plötzlichen Verschüttens herbeigeführt worden. Alle näheren Beschreibungen zeigen, dass die Gefahr dieser Winde, welche mit feinem Sand die Luft erfüllen, und die Sonne daher röthlich trüben, besonders in der grossen Trockenheit derselben besteht, die das Wasser in den dichtesten Schläuchen schnell zum Verdampfen bringt und daher Wassermangel erzeugt. Rüppel erwähnt einer hohen elektrischen Spannung während des Windes, Burkhardt erklärt das bei den Arabern gebräuchliche Verhüllen des Gesichtes nicht als Schutzmittel gegen den giftigen Hauch desselben, sondern als Abwehrung des feinen, vom Winde fortgeführten Sandes. Die Richtung dieser heissen Wüstenwinde ist vom Rande der Wüste überall aus derselben, daher SSW. und SW. in Unterägypten, aus NO. in Tor am Meerbusen von Suez, also aus dem petriischen Arabien, in Mecca aus O., nämlich aus der Wüste Nedsched, in Surate aus N., in Bassora aus NW., in Bagdad aus W., in Syrien aus SO., bei Benoum aus der Sahara aus NO., an der Guineaküste, am Cap Lopez aus NNO., in Sierra Leone aus OSO. Näheres in Kämtz Meteorologie I. 259. D.

Charmottesteine sind gebrannte Steine, die aus einem Gemenge von feuerfestem Thon und feingemahlten Scherben der Kapseln, worin man die Porzellan- und Steingutwaaren brennt, nach Art der Ziegelsteine gefertigt werden. Sie sind gelblichweiss, hart und feuerfest, wesshalb man sie zum Ausfüttern von Oefen, überhaupt da anwendet, wo in Folge grosser Hitze Ziegelsteine schmelzen oder erweichen würden. B.

Chelidoxanthin, ein bitterer, in seinen Lösungen gelber, schwer krystallisirbarer, in Aether unlöslicher Stoff, dessen wässrige Lösung durch Gerbsäure gefällt wird, und der von Probst in den Wurzeln von Chelidonium majus aufgefunden wurde. Vergl. Probst in den Ann. der Pharm. XXIX. 128. M.

Chemie. Das Wort Chemie (*χημεία*) kommt zuerst bei Suidas, einem griechischen Schriftsteller aus dem 11ten Jahrhundert vor, der ein Lexikon geschrieben hat, worin Chemie als die Kunst, Gold und Silber zu bereiten, definiert wird. Er erzählt dann weiter, es habe Diocletian den gegen ihn empörten Aegyptern die Bücher genommen, welche von den Alten über Chemie geschrieben seien, und diese Bücher verbrannt, damit die Empörer sich nicht

durch diese Kunst bereichern und ihm erfolgreich widerstehen möchten. Unter dem Artikel *δέρμας* (Haut) giebt Suidas an, es habe ein Buch über die Goldmacherskunst schon zur Zeit der Argonauten existirt, deren Zweck eben gewesen sey, dieses auf Häuten geschriebene Buch zu erbeuten, woraus die Dichter jene bekannte Erzählung vom goldenen Vliess gemacht hätten. Im Mittelalter wurden mancherlei Schriften fabricirt, die zum Zweck hatten, der Chemie ein hohes Alterthum zu geben, in welchen es denn heisst, sie werde schon in der heiligen Schrift umschreibend erwähnt, Dämonen hätten sie den Menschen gelehrt u. dgl. m.; am verbreitetsten aber war die Meinung, sie sey eine ägyptische Erfindung des Hermes Trismegistus, wesshalb sie auch die ägyptische oder hermetische Kunst genannt wurde. Nach Scaliger soll dieselbe schon in einem Manuscript des Zosimus von Pannopolis, eines alexandrinischen Griechen aus dem 5ten Jahrhundert, genannt werden. Bei den älteren Griechen findet sich indess keine Spur von einem Glauben an die Kunst, Gold zu machen, wohl aber, wie aus Obigem erhellt, bei den späteren, von denen dieser Glaube auf die Araber überging, welche den Namen dieser Kunst in Alchemie umwandelten, und sie zu den Völkern des Abendlandes brachten.

Ihre ursprüngliche Bedeutung, nämlich die Kunst, Gold zu machen, behielt die Chemie, oder wie sie damals allgemein genannt wurde, die Alchemie, bis zum Ende des 15ten Jahrhunderts, wo Paracelsus sie in den Dienst der Medicin nahm, und als einen wesentlichen Theil derselben betrachtet wissen wollte. Dennoch suchte er, wie seine Anhänger, noch immer nebenher nach dem Stein der Weisen, was von Einzelnen noch bis Ende des vergangenen Jahrhunderts geschah (vergl. Alchemie). Ein rationelles Forschen nach dem Grund der bei den Experimenten der Alchemisten beobachteten Erscheinungen begann erst am Ende des 17ten Jahrhunderts, und diese wissenschaftliche Richtung nahm den Namen Chemie an, um sich auch äusserlich von der goldsuchenden Alchemie zu unterscheiden.

Obgleich die zahlreichen Versuche der Alchemisten das ersehnte Ziel nicht erreichten, so führten sie doch gelegentlich auf die Entdeckung mancher wichtigen Substanz, und in so fern haben auch diese Anfänge ein Interesse. Können wir auch nicht mehr angeben, wer diese oder jene Beobachtung zuerst gemacht hat, so hört man in der Geschichte einer Wissenschaft doch auch die Namen nicht ungern, welche in der ersten Periode derselben geblüht haben, und welche Kenntnisse in ihren Schriften niedergelegt sind.

Hochberühmt ist Geber, ein arabischer Arzt aus dem 8ten Jahrhundert, dessen mit vieler Klarheit abgefasste Werke den späteren Schriftstellern eine reiche Quelle waren. Er beschreibt Oefen zum Destilliren, Metalle zu calciniren und zu schmelzen, kennt die Cupellation von Gold und Silber mittelst Blei, Sublimat, rothes Quecksilberoxyd, salpetersaures Silber, Schwefelmilch, Alaun von Rocca, Salmiak, Eisen- und Kupfervitriol, Salpetersäure, Königswasser und giebt die Darstellung der Pottasche aus Weinstein, der Soda aus Pflanzenasche und eine Bereitung des Salpeters. Bei Albertus Magnus oder Albert Groot (1193—1282), einem Deutschen, wird erwähnt: rothes Bleioxyd, metallisches Arsenik, Schwefelleber und Schwefelkies. Er

wusste, dass Kupfer von Arsenik weiss wird, und Schwefel alle Metalle, ausser Gold, angreift. Er beschreibt die Darstellung des Schiesspulvers ganz deutlich, und nennt Alembik (ein jetzt veralteter Destillirapparat) und Aludel als ganz bekannte Sachen.

Sein angeblicher Zögling Thomas Aquinas scheint zuerst das Wort Amalgam für eine Quecksilberlegirung gebraucht zu haben. Roger Baco (1214—1292) kannte den Braunstein und die Wirkungen des Schiesspulvers. Bei Raymundus Lullus (1235—1315), wahrscheinlich aus Majorka gebürtig, finden sich die Darstellung der Salpetersäure aus Salpeter und Eisenvitriol, und ihre Fähigkeit Metalle aufzulösen, angeführt. Er verstand den Weingeist durch Pottasche stärker zu machen, und aus dem Rosmarin durch Destillation mit Wasser ein Oel zu gewinnen. Mit dem Namen Markasit scheint Arnoldus de Villanova Wismuth zu meinen. Die Eigenschaften des Antimons und seiner Verbindungen beschrieb in dem „Triumphwagen des Antimonii“ Basilius Valentinus, der 1394 zu Erfurt geboren und ein Benedictinermönch gewesen sein soll. Unter diesem gefeierten Namen werden viele alchemistischen Schriften aufgeführt, von denen aber nicht wenige unächt sein sollen; ja von Manchen wird selbst die Existenz eines alchemistischen Schriftstellers dieses Namens bezweifelt. Von den vielen neuen Thatsachen, die in den ihm zugeschriebenen Werken vorkommen, erwähnen wir nur die Fällbarkeit des Kupfers durch Eisen, des Eisens durch Pottasche, das Aufbrausen des Weinsteinöls (zerflossene Pottasche) durch Essig und die Schärfung der Pottasche durch Kalk. Bleizucker, Glätte, Bleiweiss, Knallgold, salpetersaures Quecksilber, so wie die Eigenschaft des Kupferoxyds, Glas grün zu färben, kommen darin vor.

Mit Theophrastus Paracelsus Bombastus von Hohenheim (geb. 1495 zu Einsiedeln, gest. 1541 zu Strassburg), begann für die Chemie eine neue Periode. Der wahre Zweck der Chemie, sagte er, ist nicht, Gold zu machen, sondern Arzneien zu bereiten, und selbst der Stein der Weisen war ihm nur suchenswerth, weil er in ihm ein Mittel sah, durch welches der Körper conservirt und das Leben verlängert wird. Die seltene Energie und die bewundernswerthe Anmaassung, mit denen er seine Lehre verkündete, trugen ausserordentlich viel zur Verbreitung derselben bei, und sein Verdienst um die Chemie liegt gerade darin, dass er sie der unfruchtbaren Sphäre der Goldmacherkunst entriss, und sie zur Gefährtin der hochverehrten Medicin erhob. Sonst sind neue Erfahrungen im Gebiete der Alchemie von ihm nicht bekannt; in seinen Schriften gedenkt er des Zinks und der bleichenden Eigenschaft der schwefligen Säure.

Nach solcher Anmahnung erwartet man nun ein regeres Fortschreiten und eine wissenschaftliche Entwicklung. Allein ein unseliger Streit zwischen den Aerzten, die nach alter Art und denen, die nach chemischen Grundsätzen ihre Arzneien bereiteten, das Prahlen mit geheimen Medicamenten, und die jener Zeit eigenthümliche Sucht, in dem Organismus alles den chemischen Erscheinungen anzupassen und durch den Gegensatz des Basischen und Sauren zu erklären, hinderte jede gründliche Forschung.

Den Anfang zu einer solchen machte Libavius (starb 1616) aus Halle. Obgleich nicht ganz frei von den Vorurtheilen seiner Zeit,

bekämpfte er dennoch durch Schriften und Versuche die groben Verirrungen und sophistischen Träumereien, welche damals sich in so grosser Fülle ausgebreitet hatten. Er entdeckte das nach ihm benannte Zinnchlorid, und zeigte die Identität der durch Destillation von Alaun oder Eisenvitriol und der durch Verbrennung von Schwefel mit Salpeter erhaltenen Säure. Ihm waren die Verfertigung der künstlichen Edelsteine, die Entstehung des Alkohols durch Gährung süsser Früchte, die Schwärzung des Bleiweisses durch Schwefeldämpfe und die das Glas rothfärbende Eigenschaft des Goldes bekannt. Im gleichen Sinne wie Libavius wirkten Angelus Sala, welcher zeigte, dass Salmiak aus Salzsäure und Ammoniak besteht, und van Helmont (1577—1644) aus Brüssel, der das Wort Gas einführte, wodurch er die luftähnlichen Stoffe von der gewöhnlichen Luft unterscheiden wollte. Ihm waren mehrere Arten von Gas bekannt, so das an der Luft roth werdende Salpetergas, die Kohlensäure, von ihm gas sylvestre genannt, die in dem Mist und den Eingeweiden sich erzeugenden Gase, die beim Anzünden brennen und von ihm die Namen gas siccum, pingue, fuliginosum und endimicum erhielten. Endlich möge auch Boërhavé's (1668—1738) aus Leyden hier gedacht sein, der 1732 ein „System der Chemie“ herausgab, wichtig, weil es alle damals bekannten chemischen Kenntnisse aus unzähligen Quellen zusammengetragen und geordnet umfasst.

Zu den Männern, welche, wie die oben Genannten, die Morgenröthe der Chemie vorbereiteten, gehören ferner: Georg Agricola (1494—1555) aus Glaucha in Sachsen, dessen grösstes Werk „de re metallica“ in 12 Büchern Alles enthält, was man zu seiner Zeit über Metallurgie kannte; wohlgeordnet und mit vielen werthvollen eigenen Beobachtungen. Wenig später, in das Jahr 1557, fällt auch die Erfindung des amerikanischen Amalgamationsverfahrens durch Bartolomaeo de Medina in Mexiko, das 1561 von Hernandes de Velasco in Peru eingeführt wurde. In Frankreich trug zuerst Nicolas Lémery (1645—1715) vor einem zahlreichen Publikum die Chemie in der Landessprache und frei von allem mysteriösen Dunkel vor, wodurch er der Chemie viele Freunde und Förderer zuführte. Wilh. von Homberg (1652—1715) untersuchte den Bologneserstein, ein geschmolzenes basisches Chlorcalcium, und einen Pyrophor, den er durch Calcination von Menschenkoth und Alaun darstellte. Die Borsäure hiess noch lange nach ihm sal sedativum Hombergii, obgleich deren Entdeckung bisweilen auch Becher zugeschrieben wird. Joh. Rud. Glauber untersuchte die Auflöslichkeit vieler Metalle in Salzsäure, die er sich durch Destillation von Kochsalz und Eisenvitriol bereitete, und wurde so der Entdecker vieler Chlormetalle. Er fand auch das schwefelsaure Natron, das noch jetzt seinen Namen trägt, von ihm aber sal mirabile genannt wurde. 1669 schied Brandt in Hamburg aus dem Urin den Phosphor ab, hielt aber dessen Darstellung geheim, so dass Kunkel (1630—1702) ihn einige Jahre später auf's Neue entdeckte, und seine Eigenschaften 1678 bekannt machte.

Diese ansehnliche Bereicherung der Erfahrungen auf dem Gebiete der Chemie führte das Bedürfniss einer erklärenden Theorie herbei, die rein chemischer Art und unabhängig von den Lehren der

Medicin wäre. Joh. Joach. Becher (1635—1682) aus Speier, wurde der Begründer einer solchen, seine Ansichten aber wurden erst durch seinen für ihn begeisterten Schüler Georg Ernst Stahl (geb. 1660 zu Ansbach, gestorben 1716 zu Berlin) recht bekannt, und zugleich so dem Zustand der Wissenschaft angepasst und mit so überzeugenden Experimenten begleitet, dass diese Theorie, die nur immer die Stahlsche genannt worden ist, fast ein Jahrhundert hindurch die allgemein herrschende war, und erst nach hartnäckiger Vertheidigung aufgegeben wurde. Dieser Theorie zufolge sind alle brennbaren Körper zusammengesetzt mit Phlogiston, das beim Verbrennen entweicht, die Ursache der Verbrennung ist, und einen Kalk, eine Erde oder Säure hinterlässt. Hierin stimmten Becher und Stahl überein, aber beide hatten keine klare Vorstellung vom Phlogiston. Sie hielten es für eine trockene, erdige Substanz, deren Theile sehr fein sind, zu welcher Annahme sie wohl durch die Unauflöslichkeit der phlogistonhaltigen Körper veranlasst worden sein mögen, da man die Unauflöslichkeit als eine den Erden eigenthümliche Eigenschaft ansah. Stahl hat ausserdem noch das Verdienst, an die Stelle der Aristotelischen Elemente chemische, d. h. unzerlegbare gesetzt zu haben. Dass die Körper beim Verbrennen schwerer werden, wusste Stahl sehr gut, auch war diess schon 1630 von Jean Rey an Zinn und Blei, und 1667 von Duclous am Antimon beobachtet worden, allein man nahm hierauf nicht gehörig Rücksicht, und als diess geschah, erklärten die Phlogistiker die zunehmende Schwere dadurch, dass das Phlogiston eine negative Schwere habe, also die Körper leichter mache, als sie ohne dasselbe sind. Die nicht brennbaren Substanzen sah man als bereits dephlogisticirt an.

In Deutschland wurden Neumann (1682—1737), Pott (1692—1777), Eller (1689—1760) und Markgraf (1709—1782) die berühmtesten Beförderer der Chemie im Sinne Stahl's; in Frankreich erweiterten nach derselben Theorie besonders Réaumur (1683—1756) und Duhamel (1700—1781), der in dem Kochsalz ein Alkali (Natron) entdeckte, das dem aus Pflanzen gezogenen ähnlich, aber doch verschieden von demselben ist, was später angefochten, aber von Markgraf bestätigt wurde. Ferner Macquer (1718—1784), welcher durch Destillation des Salpeters mit weissem Arsenik zuerst ein arseniksaures Salz darstellte, und das erste chemische Wörterbuch verfasste. Endlich Rouëlle (1718—1779), von dem die bekannte Eintheilung der Salze in saure, basische und neutrale herrührt. Auch in England blieb die phlogistische Lehre nicht ohne Einfluss, obgleich sich hier die Chemie auf eine mehr selbstständige Weise entwickelte. Blak (1728—1799) zeigte den Unterschied zwischen den ätzenden und milden Alkalien, und dass Marmor aus Kalk und fixer Luft bestehe, eine genauere Untersuchung der letzteren veranstaltete jedoch erst Henry Cavendish (1731—1810), der überhaupt die ersten Versuche machte, Gasarten zu sammeln, zu untersuchen, selbst ihr specifisches Gewicht zu ermitteln. Er entdeckte das Wasserstoffgas, und wies nach, dass bei der Verbrennung desselben Wasser gebildet werde, dass die Luft stets dieselbe Zusammensetzung habe, dass kohlensaure Kalkerde in kohlensäurehaltigem Wasser löslich sey, und dass ein in bestimmtem Verhältniss gemischtes Gemenge aus Stick-

stoff und Sauerstoff durch elektrische Funken in Salpetersäure verwandelt werde.

Ein Theil der zuletzt aufgeführten Entdeckungen fällt bereits in eine Zeit, in welcher die Chemie eine völlige Umgestaltung erfahren und die Richtung angenommen hatte, in der sie noch bis gegenwärtig so erfolgreich und so schnell vorwärts schreitet. Sie verdankt diesen Aufschwung vorzugsweise dem grossen Talent und den glänzenden Entdeckungen dreier Männer, welche als die Begründer der heutigen Chemie angesehen werden müssen, nämlich Priestley, Scheele und Lavoisier. — Priestley (geb. 1733 zu Fieldhead bei Leeds, gest. 1804 in Nordamerika) hatte sich dem geistlichen Stande gewidmet, beschäftigte sich aber nebenher viel mit Naturwissenschaften. Seine Verdienste um die Chemie bestehen in der Erfindung zweckmässiger Apparate, Gase darzustellen und zu untersuchen, so wie in der grossen Menge der von ihm entdeckten Luftarten, welche sind: Stickoxydgas, schweflige Säure, Fluorkieselgas, salzsaures Gas, Ammoniak-, Kohlenoxyd-, Stickoxydul- und Sauerstoffgas, letzteres entdeckt am 1. August 1774 beim Erhitzen von Quecksilberoxyd. Vor ihm kannte man ausser der atmosphärischen Luft nur die Kohlensäure und Wasserstoffgas, zu deren genauerer Kenntniss er ebenfalls viel beitrug. — Wie Bewundernswerthes Scheele (geb. 1742 zu Stralsund, gest. 1784 zu Köping am Mälarsee) leistete, tritt erst dann recht hervor, wenn man die Geschichte dieses ausserordentlichen Mannes kennt und die kümmerlichen Hülfsmittel, die ihm zu Gebote standen. Durch ihn wurden die Chemiker bekannt mit: Blausäure, Flusssäure, Chlor, Baryterde, Arsenik-, Molybdän-, Harn-, Milch-, Wolfram-, Oxal-, Citronen-, Aepfel- und Gallussäure, Glycin (Scheele's süssee Princip), mit der Darstellung der reinen Weinstein-säure, der Benzoësäure, den Bestandtheilen des Flussspaths, Braunsteins und des Ammoniaks. Unabhängig von Priestley und zu gleicher Zeit mit ihm entdeckte auch er das Sauerstoffgas, was aber wegen mancherlei Umstände erst lange nachher bekannt wurde. Ausserdem verdankt ihm die Wissenschaft noch viele andere schätzbare Mittheilungen, u. a. die Wahrnehmung des Schwefelwasserstoffs, und dass Graphit Kohlenstoff ist. — Lavoisier, geboren 1743 zu Paris, fiel daselbst 1794 als Opfer der Revolution. Er befreite die Chemie von dem hypothetischen Phlogiston. Noch vor der Entdeckung des Sauerstoffs hatte er durch eine Reihe sehr sorgfältiger Versuche die Ueberzeugung gewonnen, dass ein verbrennender Körper aus der Luft einen Bestandtheil aufnehme, und gerade um so viel schwerer würde, als er derselben entzieht. Als das Sauerstoffgas gefunden war, dessen Entdeckung ihm nicht entgangen wäre, wenn Priestley und Scheele ihm nicht darin wären zuvor gekommen, erkannte er in demselben sogleich das Princip, welches die Verbrennung hervorruft, und begründete durch entscheidende Versuche und seltene Klarheit des Vortrags die Richtigkeit seiner antiphlogistischen Theorie, die im Wesentlichen noch heute gilt. Um nun auch eine den neuen Thatsachen entsprechende Benennungsweise zu schaffen und derselben eine wissenschaftliche Gestalt zu geben, vereinigte er sich mit mehreren Gelehrten, unter denen sich Guyton de Morveau (1737—1815) am thätigsten für diesen Zweck erwies. Die 1787 publicirte, ihrem Prin-

cip nach noch jetzt geltende Nomenclatur ist grösstentheils sein Werk. Die dephlogisticirte Luft wird darin auf Lavoisier's Vorschlag Oxygen d. i. Sauerstoff genannt. Zu diesem Kreise gehörte auch Berthollet (1748—1822), der berühmte Verfasser der „Chemischen Statik,“ welche bei ihrem Erscheinen 1803 viel Aufsehen erregte und den noch nicht widerlegten Satz enthält, dass die Quantität auch starke Verwandtschaften überwinden könne. Berthollet hat ausser dem das Chlor als Bleichmittel im Grossen eingeführt, und die Zusammensetzung des Ammoniaks nach Volumen seiner Bestandtheile ermittelt.

Die frühesten Versuche zur Analyse fallen in das 17te Jahrhundert, und waren, wie zu erwarten, qualitativ. Torbern Bergmann (1735—1796) stellte die ersten Regeln zur Analyse von Mineralien und Mineralwässern nach den wenigen vorhandenen Hülfsmitteln auf. Er ist auch Verfasser einer Verwandtschaftstafel, worin er die Basen nach ihrer Verwandtschaft zu den Säuren ordnete. Einen ähnlichen Versuch hatte schon 1718 Fr. Geoffroy (1672—1731) gemacht. Durch Klaproth (1743—1817) gewann dieser Theil der Wissenschaft ausserordentlich. Er hat mehr als 200 Mineralspecies analysirt, und die meisten seiner Resultate haben späterhin nur bestätigt werden können. Er entdeckte bei diesen Arbeiten das Uran und die Zirkonerde 1789, die Strontianerde 1793, das Titanoxyd 1795, und das Tellur 1798. Noch weit grösser ist die Zahl der von Vauquelin ausgeführten Analysen, allein sie haben sich minder zuverlässig gezeigt. Chrom und Beryllerde wurden 1797 von ihm aufgefunden. Bedeutend als Analytiker sind ferner: Ekeberg (1767—1813), der Entdecker des Tantals, 1802; Stromeyer (starb 1835) des Cadmiums, 1817; Tennant (1761—1815), welcher Osmium und Iridium 1803 kennen lehrte; Wollaston (1767—1829), der Palladium, Rhodium 1803 und die Methode, das Platin zu verarbeiten, entdeckte. Er führte Platintiegel bei der Analyse ein, Klaproth hatte silberne, Bergmann eiserne. — Bei der Wichtigkeit der Analyse für die Chemie hat sie denn auch in der neuesten Zeit sehr viele Bearbeiter gefunden, und es haben die ausgezeichnetsten Chemiker ihr besondere Sorgfalt gewidmet. Sie hat dadurch so ausserordentliche Bereicherungen erfahren, dass selbst eine gedrängte Darstellung derselben diesen Abschnitt unverhältnissmässig ausdehnen würde. Den bedeutendsten Beitrag zu ihrer jetzigen Vollkommenheit hat Berzelius geliefert, eben so sehr durch die Menge der von ihm analysirten Verbindungen, als durch die Schärfe der von ihm eingeführten Methoden.

Für die qualitative Untersuchung ist auch das Löthrohr von Bedeutung. Cronstedt und Engeström wandten es zuerst an, Bergmann, besonders aber Gahn (1745—1818), der Entdecker des Mangans, Tennant und Wollaston verbesserten es, und zuletzt haben sich Berzelius und Plattner mit seiner Anwendbarkeit beschäftigt.

Die gesteigerte Genauigkeit bei den neueren Untersuchungen führte auf die Entdeckung einer in Betracht des kurzen Zeitraums bedeutenden Anzahl elementarer Stoffe. 1811 bewies H. Davy die Einfachheit des Chlors, und von dieser Zeit her datirt sich die Kenntniss der Salzbilder und Wasserstoffsäuren. Bor und das noch nicht

isolirte Fluor wurden 1809 von Gay-Lussac und Thénard gefunden; Jod 1811 von Courtois; Lithium 1818 von Davy; Brom 1826 von Balard; Beryllium, Yttrium, Aluminium 1827 und 1828 von Wöhler; Selen 1817, Kiesel und Zirkonium 1823, Thorium 1828 von Berzelius und gemeinschaftlich mit Hisinger Cerium 1803; Vanadin 1830 von Sefström, und Lanthan 1839 von Mosander.

Den Grund zu der Lehre von den chemischen Proportionen legte Wenzel (1740—1793) aus Dresden durch ein 1777 erschienenes Werk, „Lehre von der Verwandtschaft der Körper.“ Er zeigte darin, dass bei der Zersetzung neutraler Salze wieder neutrale Salze entstehen, und dass diejenigen Mengen verschiedener Basen, welche dasselbe Quantum irgend einer Säure neutralisiren, stets in demselben Verhältniss jede andere Säure sättigen. Er unterstützte diese Sätze durch eine grosse Reihe von Analysen, die für jene Zeit eine bewundernswerthe Genauigkeit haben. Richter (starb 1807) dehnte diese Untersuchungen noch weiter aus, indem er die Verhältnisse bestimmte, nach welchen alle Basen sich mit jeder Säure, und alle Säuren sich mit jeder Basis verbinden, womit er den Anfang zur Stöchiometrie machte. Die Arbeiten beider Chemiker erregten jedoch in jener Zeit nicht die ihnen gebührende Aufmerksamkeit, und haben erst später die wohlverdiente Anerkennung gefunden, besonders nachdem Proust (1755—1826) durch Einführung der Waage die Beständigkeit der chemischen Verbindungen, namentlich der Oxydationsstufen gezeigt hatte. Als dieser Punkt festgestellt war, trat John Dalton mit der atomistischen Theorie auf, welche die festen Proportionen erklären sollte, und die er zusammenhängend zuerst 1808 im ersten Bande seines „New System of chemical Philosophy“ vortrug. Eine bedeutende Stütze fand diese Theorie in der wichtigen Arbeit Gay-Lussac's über die Gase, ferner in der merkwürdigen Relation, welche Dulong und Petit zwischen den Atomgewichten und der specifischen Wärme fanden, so wie endlich in dem Isomorphismus, zu dem Gay-Lussac und Beudant die ersten Fälle lieferten, den aber Mitscherlich erst in seiner ganzen Bedeutsamkeit kennen lehrte. (s. Atom). Berzelius erweiterte dann die atomistische Lehre, modificirte sie dem erhöhten Standpunkt der Wissenschaft gemäss, und machte sie durch genaue Bestimmung der Atomgewichte, so wie durch Einführung zweckmässiger Formeln nützlich und anschaulich zugleich.

Was nun die Ursache der chemischen Erscheinungen betrifft, so sucht man sie seit der Entdeckung der Volta'schen Säule mit grosser Uebereinstimmung in der Elektrizität. Nicholson und Carlisle beobachteten zuerst, dass das Wasser durch den Strom der Säule zerlegt wird. Eine ähnliche Zerlegung fanden Berzelius und Hisinger 1803 für eine grosse Zahl von Salzen, und 1807 gelang es H. Davy, die Alkalien durch den elektrischen Strom zu zersetzen und ihre wahre Natur zu ermitteln. Solche durch ähnliche Thatfachen später noch vielfach vermehrte Beweise von dem innigen Zusammenhang zwischen den chemischen und elektrischen Erscheinungen, riefen die elektro-chemische Theorie (s. d.) hervor, um deren Ausbildung H. Davy und Berzelius die entschiedensten Verdienste haben. Nach den zahlreichen neuen Entdeckungen im Gebiete des

Galvanismus wird selbst von den gründlichsten Forschern, wie Faraday und de la Rive, die ältere schon von Fabroni und später von Wollaston und Parrot wieder ausgesprochene Idee vertheidigt, dass die chemischen Vorgänge Ursache der Elektricität sind, wogegen Fechner und Pfaff die Contactlehre Volta's festzuhalten suchen.

Ausführliche Werke über die Geschichte der Chemie sind:

Geschichte der Chemie von Joh. Friedr. Gmelin. 3 Bde. Göttingen. 1797—1799. — The History of Chemistry by Thomas Thomson. II Vol. London. 1830—1831. — Philosophie der Chemie von Dumas, übersetzt von Rammelsberg. Berlin 1839. B.

Chemische Harmonika. Wenn man Wasserstoff, das aus einer feinen Oeffnung ausströmt, anzündet, und einen Cylinder von Glas oder einem anderen Stoff über die Flamme bringt, so hört man einen starken, meist heulenden Ton, der sich verändert, je nachdem man die Flamme mehr oder minder in den Cylinder hineintreten lässt. Dieser Ton entsteht, wie Faraday gezeigt hat, aus einer Reihe continuirlicher Verpuffungen des Wasserstoffs in der durch den Cylinder ziehenden atmosphärischen Luft. Zur Hervorbringung solcher Töne, die man chemische Harmonika nennt, entwickelt man in einer Flasche aus Zink, Wasser und Schwefelsäure Wasserstoff, setzt auf die Flasche einen Kork, durch welchen eine Glasröhre mit feiner Spitze geht, und zündet das Gas erst an, wenn alle atmosphärische Luft ausgetrieben ist, damit diese keine Explosion veranlasse. Wenn der Versuch gelingen soll, darf das Gas nicht zu heftig ausströmen; man wartet dann bis dies ruhiger geschieht. Higgins hat 1777 zuerst die chemische Harmonika beschrieben. B.

Chiastolith ist Andalusit.

Chinaalkaloïde. Die Chinarinde enthält an Chinasäure gebunden drei feste organische Salzbasen, das Cinchonin, Chinin und Aricin, welche hier einzeln betrachtet werden sollen.

Das Cinchonin war schon 1803 bekannt, wurde 1811 von Gomez rein erhalten, aber erst von Pelletier und Caventou als Pflanzenbasis erkannt, kommt in allen Chinarinden, besonders aber in der grauen (Kinkina gris) vorwaltend vor. Zur Darstellung verfährt man folgendergestalt:

Den weingeistigen Auszug aus grauer Chinarinde vermischt man mit Wasser und destillirt den Weingeist ab. Das Uebrige filtrirt man und wäscht, was auf dem Filtrum blieb, mit alkalischem Wasser bis zur Entfärbung aus. Der entfärbte Stoff ist Cinchonin. Zur Reinigung löst man es in schwacher Chlorwasserstoffsäure und schlägt es mit Bittererde nieder. Der Niederschlag gesammelt und gewaschen, wird mit siedendem Alkohol behandelt und dann durch das Verdampfen des letzteren das Cinchonin in Krystallen erhalten, die mit Aether gewaschen vollständig rein werden. So gaben die Darstellung Pelletier und Caventou an. Meistens aber benutzt man die Mutterlauge des schwefelsauren Chinins, welche schwefelsaures Cinchonin enthält.

Es krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, geschobenen, vierseitigen Säulen, ist geruchlos, anfangs geschmacklos, im Nachgeschmack bitter, schmilzt bei 165° ohne Zersetzung, bei höherer Temperatur zersetzt es sich und nur ein Theil sublimirt sich; das geschmolzene Cinchonin geseht zu krystallinischer Masse. Es löst sich in 2500 Th. heissen Wassers, in kaltem fast gar nicht, in Alkohol weniger als Chinin, in Aether, ätherischen und fetten Oelen wenig. Die Lösungen reagieren alkalisch, die Salze sind leichter löslich als entsprechende Chininsalze. Das Atgew. beträgt 1955,54 und seine Formel ist: $N_2C_{26}H_{24}O$.

Vergl. Gómez im Edinb. med. Journ. October 1811. Pelletier und Caventou in Schweigg. n. Journ. II. 413. Pelletier und Dumas: ibid. III. 96. Baup: ibid. IV. 264. und XIII. 471. Herrmann: ibid. XII. 358. Henry: XXX. 242. Liebig in Pogg. Ann. XXI. 23. Scharlau: XXIV. 182. Duflos in Schweigg. Journ. II. 304.

Das zweite Alkaloid, das Chinin (Quinine), wird meistens aus der Königschinarinde dargestellt, indem man die gröblich zerstoßene Rinde mit salzsaurem Wasser auszieht, und zur Neutralisation der Salzsäure unter stetem Umrühren Kalkmilch hinzusetzt. Der erhaltene Niederschlag wird nach zwei Tagen auf dem Filtrum gesammelt und mehrmals mit Weingeist ausgezogen, welcher das Chinin und Cinchonin aufnimmt. Durch Abdampfen krystallisirt nach dem Erkalten etwas Cinchonin heraus. Die übrige Flüssigkeit wird mit Schwefelsäure behandelt, wodurch man Salze beider Basen erhält, welche zusammen ausgepresst werden, bis sie rein sind. Löst man diese gereinigte Salzmasse in 80 Th. kochenden Wassers, so krystallisirt nach dem Erkalten das Chininsalz heraus, und wird zur Darstellung des Alkaloides selbst verwendet, welches man durch Kali abscheidet.

Das Chinin krystallisirt mit Wasser verbunden in feinen, büscheligen Nadeln, ist geruchlos, unangenehm bitter, schmilzt bei 150° und erstarrt dann zu einem harzartigen, gelben Körper, löst sich leicht in Alkohol und Aether, schwer in Wasser, ätherischen und fetten Oelen. Die Lösungen reagieren alkalisch. Die Salze sind weniger löslich und bitterer als Cinchoninsalze. Das geschmolzene Chinin gerieben wird — elektrisch. Chinin, auf einer Metallplatte erwärmt, leuchtet sehr lange im Dunkeln. (Böttger: Ann. der Pharm. XXXIII. 342.) Von den Salzen des Chinins hat durch pharmaceutische Anwendung das basisch schwefelsaure die grösste Wichtigkeit. Kohlensaures Chinin giebt es nicht. Das Atgew. beträgt 2055,53 und die Zusammensetzung ist $N_2C_{26}H_{24}O_2$, also = Cinchonin + O.

Man kann demnach beide Stoffe als Oxyde ein und desselben Radicals ansehen.

Beide Alkalöide und viele ihrer Salze besitzen die entschiedene Wirksamkeit der Chinarinde in einem noch stärkeren Maasse als diese selbst.

Das dritte ist das Aricin, auch Cusconin genannt, findet sich nur in der Rinde, welche unter dem Namen China de cusco und Aricarinde vorkommt. Man gewinnt es aus dieser Rinde wie Chinin aus der gelben Chinarinde. Es krystallisirt in weissen Nadeln, ist in Wasser unlöslich und daher anfangs geschmacklos, später aber und in saurer Auflösung sehr bitter. In dieser Gestalt wurde es von

Pelletier und Corriol entdeckt. (Journ. de Pharm. XV. 575. Ann. de Chim. et de Phys. LI. 184.) Das Atgew. 2155,516 und die Elementarformel $N_2C_{20}H_{24}O_3$. Es scheint demnach auch diese Basis eine Oxydationsstufe desselben Radicals zu sein. Ob aber auch die medicinischen Wirkungen dieselben sind, bleibt noch dahingestellt. Literatur s. oben. Vergl. Aricin. M.

Chinagerbsäure, auch Chinagerbstoff genannt, Acidum cinchotanicum, kommt in allen Chinarinden an die Chinaalkaloide gebunden vor, kann aber durch Aether nicht aus der Rinde gewonnen werden. Man zieht sie daher mit salzsäurehaltigem Wasser aus, und fällt die Flüssigkeit mit Bittererde, löst den Niederschlag durch Essigsäure auf und fällt daraus die Chinagerbsäure durch Bleizucker. Das erhaltene gerbsaure Bleioxyd zerlegt man mit Schwefelwasserstoff, trocknet die nunmehrige Lösung von Gerbsäure ein, löst sie wieder in Aether und gewinnt durch dessen Verdunsten die reine Gerbsäure von schwach gelber Farbe, stark zusammenziehendem, aber nicht bitterem Geschmack und grosser Auflöslichk eit in Wasser, Alkohol und Aether. Von Catechugerbsäure unterscheidet man sie dadurch, dass sie den Brechweinstein fällt, von Eichengerbsäure dadurch, dass sie Eisensalze nicht schwarz niederschlägt. Ihre Zusammensetzung ist noch unbekannt. M.

Chinagerbstoff s. Chinagerbsäure.

Chinaroth erhält man, wenn man bei Zutritt der Luft eine Auflösung von Chinagerbsäure in der Wärme verdampft. Es ist in Wasser mit gelblicher Farbe auflöslich, durch Essigsäure gereinigt in derselben mit rother Farbe löslich und durch Wasser fällbar. Das sonstige Verhalten dieses Stoffes und seine Zusammensetzung sind unbekannt. M.

Chinasäure, von Vauquelin entdeckt, von Henry und Plisson untersucht, von Liebig und Baup analysirt, findet sich in der Chinarinde und im Tannensplint. Wenn man aus einem dreitägigen Aufguss auf gelbe Chinarinde durch Kalkmilch das rohe Chinin niedergeschlagen und filtrirt, die Flüssigkeit aber zur Syrupsdicke eingedampft hat, so geseht dieser Syrup in der Kälte zu einer Krystallmasse von chinasaurem Kalk, der durch Umkrystallisiren leicht gereinigt wird. Schwefelsäure scheidet Chinasäure daraus ab, die in $2\frac{1}{2}$ Th. Wasser von 90° löslich und rein sauer ist. Durch trockene Destillation gewinnt man aus ihr die sogenannte Brenzchinasäure. Ihr Atgew. ist 2158,830. Elementarformel $C_{15}H_9O_9 = 3At$. Brenzweinsäure. Nach Woskressensky $C_{14}H_{16}O_8 + 4Aq$. Lieb. Ann. XXVII. 265.

Liebig (Pogg. Ann. XXIX. 72.) Baup (Ann. de Chim. et de Phys. LI. 56. Pogg. Ann. XXIX. 64.) Henry und Plisson (Journ. Journ. de Pharm. Août. 1829. 390.) M.

Chinasäure, brenzliche, s. Brenzchinasäure.

Chinin s. Chinaalkaloide.

Chinoyl. $C_{12}H_8O_4 = 67,09 C; 3,65 H; 29,26 O.$ Atgew. 1367,136.
Von Woskressensky aus der Chinasäure dargestellt.

Darstellung. Wenn ein chinasaures Salz vorsichtig erhitzt wird, so sublimiren sich mit Dämpfen von Wasser und Ameisensäure goldgelbe, flüchtige Nadeln, die man in grösserer Menge erhält, wenn man Chinasäure, oder eines ihrer Salze mit 4 Th. Braunstein, 1 Th. Schwefelsäure und 1 Th. Wasser erhitzt. Die Masse bläht sich auf, namentlich bei Ueberschuss von Schwefelsäure, und es zeigen sich in der Vorlage die gelben Nadeln, welche man durch Auspressen und Sublimation rein erhalten kann.

Eigenschaften. Das Chinoyl ist flüchtig, schwerer als Wasser, unverändert sublimirbar, schmilzt bei 100° zu einer gelben Flüssigkeit, und verbreitet, indem es sich verflüchtigt, einen durchdringenden, die Augen stark zu Thränen reizenden Geruch. In kaltem Wasser ist es schwer löslich, mehr in Alkohol und Aether; es ist ohne Wirkung auf die Pflanzenfarben. Concentrirte Schwefelsäure verkohlt es, verdünnte erzeugt braune Flocken, Salpetersäure und Salzsäure lösen es zu einer gelben Flüssigkeit auf. Alkalien verwandeln es in eine schwarzbraune Masse, welche in kochendem Wasser löslich ist, und mit Säuren oder metallischen Basen braune Niederschläge giebt. (Lieb. Ann. XXVII. 268.) Chlorgas wirkt sehr kräftig darauf ein, und man darf nur sehr kleine Mengen mit einander in Berührung bringen. Das Chinoyl wird in gelbe, flüchtige Blättchen verwandelt, welche Silberglanz besitzen. Umkrystallisirt in Alkohol bilden sie zarte, durchdringend riechende Krystalle, welche mit organischen Substanzen in Berührung gebracht, sich mit dunkelrother Farbe zersetzen. Etwas über 100° schmelzen sie, sind wenig in Wasser, leicht in Aether und Alkohol löslich. Die Auflösungen sind neutral. Salpetersaures Silberoxyd fällt kein Chlorsilber damit. Das Chlorchinoyl besteht aus $C_{12}H_8O_4Cl_6$. Ammoniak bildet damit smaragdgrüne Krystalle. (Journ. f. prakt. Chem. XVIII. 419.) M.

Chinovabitter. Von Winckler in der China nova, wahrscheinlich keiner Cinchona, entdeckt; später durch Buchner jun. für identisch mit dem Smilacin erkannt. M.

Chinovasäure, von Pelletier und Caventou in der Rinde von China nova entdeckt, bildet weisse Flocken, schwer in Wasser, leicht in Alkohol und Aether löslich. (Journ. de Pharm. VII. 112.) M.

Chitin. Die Hauptsubstanz der hornartigen Theile der Insecten und der Schaalen der Schaalthiere, abgesehen von kohlensaurem Kalk, welche Odier untersucht hat, wird Chitin genannt. Sie enthält wenig Stickstoff, löst sich in warmer Salpetersäure und Schwefelsäure, nicht in kochender Kalilauge. Journ. de Pharm. T. IX. p. 560. M.

Chladni'sche Figuren s. Klangfiguren.

Chlor. $Cl = 221,326$, ein zur Klasse der Salzbilder gehöriges Element, wurde 1774 von Scheele entdeckt, der aber nur eine un-

vollständige Untersuchung darüber aufzustellen im Stande war. 1785 beschäftigte sich Berthollet damit, und lehrte, dass Chlor eine Verbindung von Salzsäure und Sauerstoff sey, worauf er durch die Beobachtung geführt wurde, dass Chlor in Wasser geleitet, Salzsäure und Sauerstoff giebt. Lange Zeit hindurch hielt man diese Ansicht für richtig, und nannte das Chlor desshalb oxydirte Salzsäure. 1809 zeigten indess Gay-Lussac und Thénard, dass sich Chlor nicht in jene zwei Stoffe zerlegen lasse, und dass es auch als einfacher Körper betrachtet werden könne. Diess wurde 1810 von H. Davy bewiesen, welcher der bis dahin sogenannten oxydirten Salzsäure wegen ihrer Farbe den Namen Chlor gab, von *χλωρος* grüngelb. Chlor findet sich nicht frei in der Natur, wohl aber in Verbindung mit Wasserstoff, hauptsächlich mit Natrium als Kochsalz.

Darstellung. Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure = $2HCl$), wird auf gepulvertes Mangansuperoxyd (Braunstein = MO_2) gegossen, worauf der Sauerstoff des letzteren mit dem Wasserstoff der ersteren sich zu Wasser ($2HO$) verbindet, das Mangan mit der Hälfte Chlor zu Manganchlorür ($MnCl_2$), während die andere Hälfte Chlor frei wird. Oder man mischt 3 Th. Chlornatrium (Kochsalz), 2 Th. Braunstein, $2\frac{1}{2}$ Th. Schwefelsäure und 4 Th. Wasser. Es entstehen schwefelsaures Natron, schwefelsaures Manganoxydul und Chlor. Eine schnelle, besonders zur Zerstörung von Geruchsstoffen anwendbare Bereitungsmethode ist die, dass man Chlorkalk (unterchlorigsaure Kalkerde = $CaCl$) mit Salzsäure übergiesst, wobei Chlorcalcium, Wasser und Chlor sich bilden. — In allen Fällen muss man das Chlor in einem hohen Glase auffangen, worin es sich zu Boden senkt, nicht über Wasser oder Quecksilber, von denen es absorbirt wird.

Eigenschaften. Ein schweres, gelbgrünes Gas von erstickenem Geruch, das selbst mit viel atmosphärischer Luft gemengt, die Athmungswerkzeuge noch stark angreift, und rein eingeathmet tödtlich wirkt. Das Einathmen von Ammoniakgas oder Alkohol- und Aetherdampf, besonders aber von Schwefelwasserstoffgas (Pleischl) lindert die durch das Einathmen von Chlor entstandenen Zufälle. Spec. Gew. 2,440 (berechnet). Es besitzt eine ausgezeichnete Verwandtschaft zum Wasserstoff (s. Chlorwasserstoffsäure), zersetzt daher fast alle organischen Körper, so wie die meisten wasserstoffhaltigen unorganischen und verwandelt sich in Salzsäure. Man gebraucht daher das Chlor, um alle üble Gerüche, Ansteckungsstoffe u. s. w., welche Dämpfe organischer Körper sind, zu zerstören. Bringt man eine brennende Kerze in Chlorgas, so fährt sie fort mit rother, stark russender Flamme zu brennen, weil vorzugsweise der Wasserstoff vom Chlor consumirt wird. Mit feuchten Farbstoffen in Berührung gebracht, entwickelt das Chlor Sauerstoff aus dem Wasser, der den Farbstoff bleicht. Daher ist Chlor ein wichtiges Bleichmittel geworden, besonders für Leinwand, Kattun und Papier. Früher wandte man allein Chlorgas an, da diess aber leicht zu energisch wirkt, und die Zeuge zerstört, so benutzt man eine Auflösung des Chlors in Wasser, oder den Chlorkalk. (s. d.) 1 Maas kaltes Wasser nimmt ungefähr 2 Maas Chlor auf, wenn man es in einem Gefäss damit schüttelt. Im Grossen bereitet man es durch Einleiten des Chlors in einen Woulfschen Apparat. Es ist gelblich und riecht nach Chlor, zersetzt

sich leicht in Salzsäure und Sauerstoffgas, zumal im Sonnenlicht. Bei 0° setzen sich aus dem Chlorwasser blasse, gelbe Krystalle ab, die sich bei + 4° schon wieder zerlegen und aus 28 pCt. Chlor und 72 pCt. oder 10 At. Wasser (Faraday) bestehen. Diese Krystalle eignen sich sehr, um flüssiges Chlor darzustellen; man legt sie in eine starke Glasröhre, und schmelzt diese zu, worauf sie sich bei gewöhnlicher Temperatur zerlegen, und das entweichende Chlor sich durch seinen eigenen Druck bei ungefähr 5 Atmosphären condensirt. Es bildet dann eine ölartige, gelbe Flüssigkeit, deren spec. Gew. 1,33 zu sein scheint, und die nach Aufhebung des Drucks wieder gasförmig wird. (Faraday).

Verbindungen. Zum Sauerstoff hat Chlor keine bedeutende Verwandtschaft, es giebt zwar damit vier Verbindungen: Ueberchlorsäure, Chlorsäure, chlorige Säure und unterchlorige Säure, alle aber zersetzen sich leicht. Mit dem Wasserstoff giebt es die Chlorwasserstoffsäure; mit den Metallen geht es viele und wichtige Verbindungen ein, (s. Chlormetalle). Siehe ferner Chlorstickstoff, Chlorschwefel, Chlorphosphor. Ueber Trennung des Chlors von Brom s. Pogg. Ann. XXXI. 636. XXXIX. 370.; von Jod ibid. XXXI. 583. XXXIX. 375. B.

Chloracetyl. Als ein Chlorid des Acetyls kann der Zusammensetzung nach das Chlorungsprodukt $C_4H_5Cl_2$ aus dem Aethylchlorür betrachtet werden. s. Aethylchlorür p. 88. und Acetylchlorid. M.

Chloracetyloxyd. Bei der Zersetzung des Aethers durch Chlor fand Malaguti eine Verbindung, welche aus $C_4H_5O_1Cl_2$ besteht, welche jedoch nicht eine Acetylverbindung, sondern eine Aetherverbindung ist, indem 2H durch 2Cl ersetzt sind. Journ. f. prakt. Chem. XVIII. 30. und oben p. 64. M.

Chloräther s. Aethylchlorid.

Chlorätheral. F. d'Arcet bemerkte bei der Darstellung der holländischen Flüssigkeit (des Elaylchlorürs) aus feuchtem, ölbildendem Gase, das aus Alkohol bereitet worden war, und feuchtem Chlor, noch die Bildung eines zweiten Körpers, der von dem Elaylchlorür durch Destillation getrennt werden kann. Man erhitzt das Gemenge bis auf + 88° C., wobei das Elaylchlorür übergeht, während bald alle Destillation über diese Temperatur aufhört, und erst wieder bei + 140° C. beginnt. Was bei 180° übergeht, ist die neue Verbindung. Es ist eine sehr leichte, farblose Flüssigkeit, nach Weinöl riechend, brennt mit grüner Flamme, wird durch Wasser, Alkalien und Schwefelsäure zerlegt. Es besteht aus $C_4H_5O_1Cl_2$. Es ist offenbar entstanden aus der Einwirkung des Chlors auf den, dem Elayl beige-mengten Aetherdampf, und ist die erstere Substitutionsstufe des Chlors vom Aether, von welcher Malaguti eine zweite in $C_4H_6Cl_2O$, und Regnault die letzte in C_4Cl_6O aufgefunden hat. Vergl. Journ. f. prakt. Chem. XIX. 268. s. Art. Aether. F. d'Arcet: Journ. f. prakt. Chem. XIII. 439. Berzelius betrachtet den Körper als eine Verbin-

dung des Elaylchlorürs mit dem Elayloxyd, welches letztere indessen nicht isolirt dargestellt werden kann. M.

Chlorätherid, auch Chlorätheroïd und Chloraldehyden, syn. mit Acetylchlorid. Einige Chemiker nennen auch das Chloroform (Formylchlorid) Chlorätherid. M.

Chlorätherin. Das Oel des ölbildenden Gases, Elaylchlorür, welches den Namen des Aetherins zuweilen erhält, wird mit diesem Namen bezeichnet, aber auch Chloräther, Chlorkohlenwasserstoff, holländische Flüssigkeit und Oel des ölbildenden Gases genannt. s. Elaylchlorür. M.

Chloral. Durch Liebig wurde bei der Zerlegung des wasserfreien Alkohols durch Chlor das Chloral entdeckt. (Pogg. Ann. XXIV. 270.) Dumas und Liebig fanden seine Zusammensetzung zu $C_2H_2Cl_2O$, (ibid. XXXI. 657.) Das wasserfreie Chlor wird in kalten absoluten Alkohol geleitet, welcher dasselbe unter Wärmeentwicklung und Ausscheidung einer grossen Menge von Salzsäure absorbiert; zuletzt wird die Flüssigkeit künstlich bis zum Kochen erhitzt. Der Rückstand wird mit der dreifachen Menge Schwefelsäure destillirt, und das Destillat über gebrannten Kalk rectificirt. Das übergehende Chloral ist eine farblose Flüssigkeit von 1,502 spec. Gew., welche bei $+94^\circ C.$ siedet, einen durchdringenden, zu Thränen reizenden Geruch besitzt, auf Papier schnell verschwindende Fettflecke macht, in Wasser leicht löslich ist, mit salpetersaurem Silberoxyd keinen Niederschlag giebt, neutral reagirt, und Phosphor, Schwefel, Jod und Brom auflöst. Glühende Alkalien zerlegen das Chloral unter Bildung von Chlormetallen und Kohlenoxydgas; die Hydrate der Alkalien bilden Chlormetalle, ameisen-saure Salze und Chloroform.

Wenn man Chloral mit wenig Wasser in Berührung bringt und das Gemenge schüttelt, so erhitzt es sich und bildet eine weisse, krystallinische Masse, das Chloralhydrat, welches aus 1 At. Wasser und 1 At. Chloral besteht. Durch Schwefelsäure kann dieses Wasser wieder abgeschieden werden.

Wird das Chloralhydrat mit wenig Wasser in Berührung gebracht, so verwandeln sich die Krystalle in eine flockige, unlösliche, weisse, porzellanartige Masse, das sogenannte unlösliche Chloral, welches nach Dumas aus C_2H_2O, Cl_2 bestehen soll. Regnault wies indessen nach, dass beide Körper gleiche Zusammensetzung haben. (Journ. f. prakt. Chem. XIX. 280.) Es entsteht das unlösliche Chloral auch aus dem völlig wasserfreien, flüssigen in gut verschlossenen Gefässen, und kann durch Destillation in das flüssige umgewandelt werden. M.

Chloraldehyd. Als solches kann man das erste Produkt der Einwirkung des Chlors auf das Aethylchlorür betrachten. $C_2H_5Cl_2$. s. Aethylchlorür. p. 88. M.

Chloraldehyden s. Acetylchlorid.

Chloralkalien sind Gemenge aus basisch alkalischen Chlor-

metallen und unterchlorigsauren Alkalien. Sie bleichen Farbstoffe wegen ihres Gehalts an unterchloriger Säure, wozu auch Chlorkalium (s. Bleichwasser) und Chlorkalk Anwendung finden. Ihre Zusammensetzung ist lange Gegenstand lebhafter Discussionen gewesen. In Frankreich hielt man sie für Verbindungen von Chlor mit den Oxyden der Alkalimetalle, eine Ansicht, die auch in Deutschland (Polytechn. Journ. XXIX. 459.) Vertheidiger fand. Dagegen hatte Berzelius aus Versuchen die Folgerung gezogen, dass die bleichenden Verbindungen eine Oxydationsstufe des Chlors enthielten, und bewies später, dass sie aus basischen Chlormetallen und chlorigsauren Alkalien bestehen. (Pogg. Ann. XII. 529. Jahresbericht VIII. 153. IX. 144. X. 129.) worin Liebig ihm beitrug. (Pogg. Ann. XV. 541.) Die bleichende Wirkung rührte von der leichten Zersetzbarkeit des chlorigsauren Salzes her, das seinen Sauerstoff abgibt und Chlormetall wird. Als nun Balard die unterchlorige Säure darstellte und zeigte, dass die Verbindung mit den Alkalien dieselben Erscheinungen hervorbringt, welche man bisher der chlorigen Säure zugeschrieben hatte, so fand die Ansicht von Berzelius hierin eine neue Bestätigung, und man änderte nur chlorigsaure Alkalien in unterchlorigsaure.

B.

Chloraluminium. Löst man Thonerdehydrat in Salzsäure, und dunstet bei gewöhnlicher Stubenwärme, aber in ganz trockener Luft, die Lösung ein, so erhält man sechsstellige Prismen mit rhomboëdrischen Endflächen. Sie bestehen aus 11,33 Aluminium, 43,97 Chlor, 44,70 Wasser. $AlCl_3 + 12H_2O$. (v. Bonsdorff in Pogg. Ann. XXVII. 279.) Als ein grünlich-gelbes, leicht zerfliessliches, flüchtiges, krystallinisches Pulver erhält man das wasserfreie Chloralum., wenn man trockenes Chlorgas über ein in einem Glasrohr erhitztes Gemenge von Thonerde und feiner Kohle leitet. Es giebt mit Ammoniak und Phosphorwasserstoff feste und sublimirbare Verbindungen (H. Rose in Pogg. Ann. XXIV. 295. 298.); auch mit Schwefelwasserstoff verbindet es sich. (Wöhler in Pogg. Ann. XI. 148.)

B.

Chloramilen, essigsaures. Durch Zersetzung des essigsauren Amiloxydes ($C_4H_6O_3 + C_{10}H_{12}O$) mittelst Chlor, wird, wie Malaguti es bei den zusammengesetzten Aetherarten fand, das Amilenoxyd, nicht die Essigsäure zerlegt, und eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit, die schwerer als Wasser ist und sich bei 150° zerlegt, gebildet. Sie besteht aus $C_4H_6O_3 + C_{10}H_{11}Cl_2O$. Im Sonnenlicht entzieht ihr das Chlor noch mehr Wasserstoff. Cahours im Journ. f. prakt. Chem. XXII. 176.

M.

Chloramilyl ist das chlorwasserstoffsäure Amilen von Cahours aus $C_{10}H_{11}Cl_2$ oder $C_{10}H_{20} + Cl_2H$, bestehend. Vergl. Amilen.

M.

Chlorammonium (Salmiak), $H_4NCl = 669,61 - 66,11$ Chlor; 33,89 Ammonium; ein gewöhnlicher Bestandtheil vulkanischer Sublimationen, und findet sich daher in den Umgebungen ausgebrannter und thätiger Vulkane. Der Salmiak von den grossen Vulkanen Inner-

Asiens, von Turfan und Kutsché, wird in alle Gegenden Asiens geführt, und wurde desshalb schon in früheren Zeiten sal Armeniacum, tartarisches Salz, genannt, woraus später sal Ammoniacum, lybisches Salz, gemacht worden ist. (Pogg. Ann. XVIII. 334. F. Hoffmann: Gesch. der Geognosie. 472.) Der letzte Name wird von dem Umstande abgeleitet, dass in der Nähe des Tempels des Jupiter Ammon zuerst Salmiak soll bereitet worden sein, weil sich dort der vielen mit Kameelen reisenden Wallfahrer wegen Kameelmist, das Material zum Salz, in reichlichster Menge ansammelte.

Darstellung. Früher bezog man das Chlorammonium allein aus Aegypten, wo man es durch Sublimation des salmiakhaltigen Russes von getrocknetem Kameelmist, den man dort als Brennmaterial benutzt, noch gewinnt. Seit dem vorigen Jahrhundert aber wird er an vielen Orten in Europa auf sehr verschiedene Weise dargestellt. Man neutralisirt kohlen-saures Ammoniak, Hirschhornsalz, mit Salzsäure, und lässt krystallisiren, oder dampft die Salzmasse ein und sublimirt. Urin, welcher eine Zeitlang gestanden hat, enthält ebenfalls kohlen-saures Ammoniak, er wird theilweis destillirt und entweder mit Gyps und das entstandene schwefelsaure Ammoniak nachher mit Kochsalz zerlegt, oder mit der Mutterlauge der Salinen, welche salzsaure Magnesia und Kalkerde enthalten. Im ersten Falle schießt aus der Auflösung zuerst schwefelsaures Natron an, im letzteren fallen kohlen-saure Talk- und Kalkerde nieder. Der auf die eine oder andere Weise erhaltene Salmiak wird durch Krystallisation oder Sublimation ausgeschieden. Auch aus Steinkohlenruss, der schwefelsaures Ammoniak, und selbst etwas Salmiak enthält, wird Salmiak gewonnen, wenn man ihn mit Steinkohlengruss, Kochsalz und Thon, die in der Hitze Salzsäure geben, mengt und in eigenen Oefen erhitzt. — Gewöhnlich sublimirt man den Salmiak in gläsernen, seltener in eisernen und thönernen Ballons. Die gläsernen werden jedesmal zerschlagen, und die fasrige durchscheinende Salzkruste herausgenommen. — Man erhält auch Salmiak durch Vermischen gleicher Volumina Ammoniak- und Chlorwasserstoffgas.

Eigenschaften. Chlorammonium krystallisirt in Octaëdern, und Vierundzwanzigflächen. Es ist wasserhell oder durchscheinend weiss, schmeckt scharf, salzig, sublimirt, ohne sich zu zersetzen, löst sich in 3 Th. kaltem Wasser, spec. Gew. 1,45, spec. Gew. des Gases 0,92 (Bineau). Man gebraucht den Salmiak beim Löthen, Verzinnen, Schmelzen des Goldes, in der Färberei, zur Darstellung des Ammoniaks und zu anderen Zwecken. B.

Chloranil, $C_6O_2Cl_4$, Atgew. 1543,91, bildet sich bei Einwirkung von Chlor auf eine weingeistige Lösung von Chlorisatin und Bichlorisatin, welche man fortwährend heiss erhält. Die Einwirkung muss so lange anhalten bis das Chlor unverändert entweicht. Unten befindet sich dann eine zähe, braune Masse, in welcher eine Menge glänzender Schuppen von Chloranil enthalten sind. Durch Zusatz von Wasser zu der oben stehenden Flüssigkeit gewinnt man noch mehr von jener braunen Masse. Diese besteht zum Theil aus schwerem Salzäther. Man wäscht dieselbe mit Wasser, um den Salmiak zu entfernen, löst sie in Weingeist, und gewinnt so das unaufgelöste

Chloranil. Um es zu reinigen, wird es mit Wasser gewaschen und dann entweder sublimirt oder in siedendem Weingeist gelöst, aus welchem es beim Erkalten herauskrystallisirt. — Die Krystalle sind blassgelbe Schuppen von Perlmutterglanz, sublimiren sich, ohne zu schmelzen und geben einen gelben Dampf. Sie sind unlöslich in Wasser und fast eben so in kaltem Weingeist. Das Chloranil zersetzt sich weder durch Salpeter-, noch durch Salz- oder Schwefelsäure. Erdmann: (Journ. f. prakt. Chem. XXII. 297.) M.

Chloranilam, $N_2C_3H_6O_6Cl_4 = (2C_6O_3Cl_2) + N_2H_6$, bildet sich, wenn man eine concentrirte Auflösung von Chloranilammon mit Salz- oder Schwefelsäure vermischt, indem sich in der Kälte oft zolllange, schwarze Nadeln von Diamantglanz ausscheiden. Die Zusammensetzung ergibt, dass es 1 At. Chloranilammon weniger 1 At. Ammoniak ist. Die krystallisirte Verbindung hält 19 pCt. H. Man erhält es gleichfalls, wenn man zu einer ammoniakalischen Lösung von Chloranil in der Kälte Salzsäure hinzufügt.

Zerreibt man die Krystallnadeln, so bilden sie ein violettes Pulver, das bei 100° Wasser verliert und heller wird, in Wasser und Weingeist auflöslich ist, und als wässrige Lösung mit vielen Metallsalzen Niederschläge giebt. Erdmann: (Journ. f. prakt. Chem. XXII. 297.) M.

Chloranilammon. $N_2C_6H_6O_3Cl_2 = C_6O_3Cl_2 + N_2H_6$,

krystallisirt $C_6O_3Cl_2 + N_2H_6 + 4H$, bildet sich, wenn man Chloranil in erwärmtem wässrigem Ammoniak auflöst, aus welcher dunkelrothen Flüssigkeit sich die Krystalle absetzen, und zwar als flache Nadeln von brauner Farbe und starkem Glanze. Das Chloranilammon entspricht in seiner Zusammensetzung dem wasserfreien schwefelsauren Ammoniak, und unterscheidet sich wesentlich von dem gewöhnlichen chloranilsauren Ammoniak. Es giebt mit mehreren Metallsalzen Niederschläge, welche ganz denen des Chloranilams entsprechen. Erdmann (Journ. f. prakt. Chem. XXII. 297.) M.

Chloranilsäure, wasserfrei $C_6O_3Cl_2$. Bildet sich, wenn Chloranil in warmer verdünnter Kalilauge aufgelöst wird. Die Lösung ist purpurroth und es scheiden sich braunrothe Prismen von chloranilsaurem Kali aus. Die Lösung dieses Salzes wird in der Kälte mit Salzsäure oder Schwefelsäure zersetzt, wodurch sich rüthlich-weiße, wie Glimmer glänzende Schüppchen ausscheiden, zwischen denen man mit der Loupe dunklere Körner bemerkt. Die so erhaltene Chloranilsäure ist in Wasser mit violetter Farbe löslich und wird durch Salz- oder Schwefelsäure aus der Lösung gefällt. Die Salze dieser Säure haben meistens eine entsprechende Farbe. Erdmann: (Journ. f. prakt. Chem. XXII. 297.) M.

Chlorantimon, Spiessglanzbutter, $SbCl_3 = 2940.86$ — 54.84 Antimon; 45.16 Chlor. Man destillirt 1 Th. Grauspiessglanz-erz (Schwefelantimon) mit 3 Th. Quecksilberchlorid, so geht in die abgekühlte Vorlage Chlorantimon über, und Schwefelquecksilber (Zinnober)

bleibt im Destillationsapparat. — Chlorantimon ist eine feste, krystalinische Masse, die bei 100° ölarlig flüssig wird, an der Luft Wasser anzieht, dampft, zerfließt und trübe wird. Bei 180° siedet es, spec. Gew. des Dampfes 7,8 (Mitscherlich). In Wasser wird es in saures und basisches Chlorantimon zerlegt, von denen letzteres einen käseartigen Niederschlag bildet, das erstere aufgelöst bleibt. Von verdünnter Salzsäure wird es vollständig und ohne Zersetzung aufgelöst. Eine solche Auflösung kommt gewöhnlich im Handel vor, ist gelblich, ölarlig, und wird zum Bruniren des Eisens gebraucht, indem man es aufpinselt und nachher abreibt, wodurch das Eisen mit einer dünnen Oxydhaut überzogen wird, die es vor weiterem Rosten schützt. Gepulvertes Antimon entzündet sich in Chlorgas.

Erhitzt man gepulvertes Antimon gelinde in einem Strom von Chlorgas, so verbinden sich beide unter Feuererscheinung und man erhält Antimonsuperchlorid (H. Rose) $SbCl_5$, desgleichen, wenn man Chlor über geschmolzene Antimonbutter leitet (Liebig); eine schwach gelbliche Flüssigkeit, die an der Luft stark raucht und Krystalle mit chemisch gebundenem Wasser absetzt, die endlich zerfließen. Bringt man auf einmal viel Wasser hinzu, so zersetzt sich das Superchlorid in Antimonensäure und Salzsäure. Es ist ein vortreffliches Mittel ölbildendes Gas von anderen Gasen zu trennen. (Pogg. Ann. XXXVI. p. 290.) B.

Chlorarsenik (Arsenikbutter), $AsCl_3 = 2268,04$. Arsenik verbindet sich direct mit Chlor unter Feuererscheinung. Man erhält die Verbindung auch, wenn man 1 Th. Arsenik mit 6 Th. Quecksilberchlorid, oder arsenige Säure, Schwefelsäure und Kochsalz destillirt. Sie ist eine wasserhelle, an der Luft rauchende Flüssigkeit, schwerer als Wasser, siedet bei 132°, das spec. Gew. ihres Dampfes 6,3 (Dumas). Spec. Wärme 0,17604 (Regnault). Wird von Wasser in arsenige Säure und Salzsäure zerlegt, löst erwärmt Phosphor und Schwefel auf und verbindet sich mit Ammoniak. (Pogg. Ann. IX. 313. XX. 164.) B.

Chlorbarium, $BaCl = 1299,53$. — 65,94 Barium; 34,06 Chlor; wird erhalten durch Sättigung der kohlensauren Baryterde mit Salzsäure; oder durch Versetzen einer Auflösung von Schwefelbarium mit Salzsäure, so lange noch Schwefelwasserstoffgas sich entwickelt, worauf Chlorbar. in der Auflösung sich befindet; oder wenn man 1 Th. Schwerspath mit $\frac{1}{2}$ Th. Chloreacium schmilzt, die sich gegenseitig zersetzen und aus der erkalteten Masse das Chlorbarium schnell durch heisses Wasser auszieht und abfiltrirt. — Das Salz schießt in vierseitigen Tafeln mit 14,75 pCl. oder 2 At. Krystallwasser an, löst sich in $2\frac{1}{2}$ Th. Wasser von gewöhnlicher Temperatur, in nahe $1\frac{1}{2}$ Th. siedendem. Die Löslichkeit nimmt jedoch nicht mit steigender Temperatur stetig zu, sondern bei 40° R. ab, und ist erst bei 70° R. wieder so gross wie bei 40°. (Brandes und Melin in Buchner's Rep. XIV. 97.) Die Auflösung schmeckt bitterlich, salzig, erfordert 400 Th. absoluten Alkohol zur Auflösung, ist luftbeständig und schmilzt in der Rothglühhitze. Lässt man während des Glühens Wasserdämpfe darüber gehen, so wird das Salz alkalisch und in den condensirten Däm-

pfen ist Salzsäure. (Pogg. Ann. XLIII. 140.) Spec. Wärme 0,08957 (Regnault). B.

Chlorberyllium, BeCl_2 , wird wasserfrei in weissen, glänzenden, schneeartigen Flocken erhalten, wenn man Chlorgas über ein in einer Porzellanröhre glühendes Gemenge von Kohlenpulver und Beryllerde streichen lässt. Es löst sich in Wasser unter Erwärmung, ist schmelzbar und lässt sich sublimiren. (H. Rose). Auf nassem Wege kann es sauer und basisch erhalten werden. B.

Chlorblei. a) Neutrales, $\text{PbCl} = 1737,15$. — 74,52 Blei; 25,48 Chlor; findet sich in kleinen rhombischen Säulen und haarförmigen Krystallen, in körnigen, mehligten Parthien am Krater des Vesuvs, und heisst in der Mineralogie Cotunnit zu Ehren des italienischen Arztes Cotunni. Spec. Gew. 5,24. — In Verbindung mit kohlen-saurem Bleioxyd, Bleihornerz, wurde es zu Matlock in Derbyshire gefunden. Künstlich erhält man Chlorblei durch Digestion von Bleioxyd oder eines Bleisalzes mit Salzsäure, oder durch gegenseitige Zersetzung eines auflöslichen Bleisalzes z. B. des essigsauren mit Kochsalz. Es bildet einen weissen, oft krystallinischen Niederschlag, löst sich langsam in Wasser, 1 Th. erfordert 135 Th. (Bischhof), von heissem weniger, in Alkohol von 94 pCt. ist es unlöslich, etwas in wasserhaltigerem; schmilzt beim Erhitzen zu einer durchscheinenden, hornartigen Masse. Mit Ammoniak verbindet es sich. (Pogg. Ann. XX. 157.) Spec. Wärme 0,06641 (Regnault).

b) Einfach basisch, $\text{PbCl} + \text{PbO}$. Lässt man neutrales Chlorblei einige Zeit mit einer Auflösung von Bleizucker in Berührung, so entsteht basisches Chlorblei, eine weisse, in Wasser unlösliche, leicht schmelzbare Verbindung. (Brandes: Ann. der Pharm. X. 269.)

c) Zweifach basisch, $\text{PbCl} + 2\text{PbO}$, Bleierz von Mendip, findet sich in rhombischen Säulen ($102^\circ 27'$) und krystallinischen Massen von weisser, gelblicher und röthlicher Farbe in den Mendiphügeln zu Churchill in Sommersetshire mit anderen Bleierzen. Diamantglänzend, leicht schmelzbar, spec. Gew. 7,0.

d) Dreifach basisch, $\text{PbCl} + 3\text{PbO}$, fällt mit 4 At. oder 7 pCt. Wasser nieder, wenn man eine Auflösung von neutralem Chlorblei mit Ammoniak niederschlägt; ein weisses, unlösliches Pulver, das beim Erhitzen gelblich wird, und endlich zu einer gelben Masse schmilzt.

e) Siebenfach basisch, $\text{PbCl} + 7\text{PbO}$, Casslergelb, wird durch Schmelzen eines Gemenges von 10 Th. Mennige und 1 Th. Salmiak erhalten. Der Salmiak (Chlorammonium) wird hierbei zerlegt, sein Wasserstoff reducirt die Mennige theilweise zu Blei, der übrige Theil wird Bleioxyd, es entsteht Chlorblei, welches sich mit dem Bleioxyd verbindet. Die geschmolzene Verbindung wird beim Erkalten zu einer gelben, krystallinischen Masse, die fein gerieben eine schöne gelbe Farbe giebt. — Turner's Patentgelb ist eine ähnliche Verbindung, die entsteht, wenn man 1 Th. Kochsalz mit 6—8 Th. gemahlener Bleiglätte und Wasser zu einem Brei zusammenrührt. Ein Theil des Kochsalzes zerlegt sich mit einem Theil Bleioxyd, es

entsteht Natron und Chlorblei, letzteres verbindet sich mit dem übrigen Bleioxyd zu basischem Chlorblei. Die Masse wird ausgewaschen und getrocknet. Sie ist weiss und wasserhaltig und wird geschmolzen, wodurch sie ihr Wasser verliert und gelb wird. Dient als Farbe. B.

Chlorbor, $B\text{Cl}_2$, — 9,26 Bor; 90,74 Chlor. Bor, das durch Hitze noch nicht verdichtet ist, brennt in Chlorgas. Am leichtesten erhält man die Verbindung, wenn man Bor in einer Glaskugel erwärmt und Chlor darüber leitet. Ein farbloses Gas, das an der Luft raucht, von Wasser in Borsäure und Salzsäure zerlegt wird und deshalb über Quecksilber aufgefangen werden muss. (Berzelius: Pogg. Ann. II. 147.) Dumas erhielt Chlorbor dadurch, dass er über ein glühendes Gemenge von calcinirtem Borax und Kohlenpulver Chlor leitete. Das so dargestellte Gas gab mit Wasser ein festes Hydrat, woraus er beim Erhitzen über der Spirituslampe Wasserstoff reducirte. Das spec. Gew. des Gases fand er 4,079. (Ann. de Chim. et de Phys. XXXIII. 337. 436.) B.

Chlorbrom, BrCl , wurde zuerst von Balard dargestellt. Chlor wird bei starker Abkühlung von Brom absorhirt, es entsteht eine rothgelbe, dünnflüssige, flüchtige Flüssigkeit von unangenehmem Geruch und Geschmack. Sie ist löslich in Wasser, und giebt mit Alkalien Chloride und bromsaure Salze. Lackmus wird von der Auflösung gebleicht. (Ann. de Chim. et de Phys. XXXI. 337.) B.

Chlorcalcium, CaCl = 698,67. — 36,64 Calcium; 63,36 Chlor; macht einen Bestandtheil des Meer- und Soolwassers aus. Es wird aus der Mutterlauge der Salinen gewonnen, die aus Chlorcalcium und Chlormagnesium besteht. Man versetzt sie mit kohlensaurem Kalk, wobei kohlensaure Magnesia sich abscheidet, und in der Auflösung sich Chlorcalcium befindet. Rein erhält man es, wenn man Marmor in Salzsäure löst. Die Auflösung schmeckt bitter, salzig, das Chlorcalcium schießt daraus in vier- und sechsseitigen Säulen mit 49,13 pCt. oder 6 At. Wasser an. Die Krystalle zerfliessen bald an der Luft; beim Erhitzen schmelzen sie in ihrem Krystallwasser, werden weiss, trocken und wasserleer. In verstärkter Hitze schmilzt auch das wasserfreie Salz, und wird beim Glühen zersetzt und alkalisch. (Kraus: Pogg. Ann. XLIII. 138.) Das wasserfreie zieht begierig Wasser an, legt man es in die Sonne und bringt es in's Dunkle, so leuchtet es noch eine Zeitlang im Finstern fort (Homberg's Phosphor). Es absorhirt viel und schnell Ammoniakgas. (Pogg. Ann. XX. 154. Ann. de Chim. et de Phys. XLIV. 317.) Spec. Gew. 2,21—2,27. (Boullay). Man gebraucht das geschmolzene Chlorcalcium sehr häufig in der Chemie, um Gase, die man darüber streichen lässt, auszutrocknen, das feste, wasserhaltige mit Schnee zu Frostmischungen, so wie zur Dartellung mehrerer Präparate. Spec. Wärme 0,16420 (Regnault.)

Kocht man eine Auflösung von Chlorcalcium mit Kalkerde, so krystallisirt beim Erkalten eine basische Verbindung, $\text{CaCl} + 3\text{Ca} + 15\text{H}$,

in wasserhellen Prismen heraus, die sich bei Einwirkung von Wasser und Alkohol in Chlorcalcium und Kalkerdehydrat zerlegen. Verbindungen von Chlorcalcium mit oxalsaurer und essigsaurer Kalkerde hat Fritzsche dargestellt und untersucht. (Pogg. Ann. XXVIII. 121.) B.

Chlorcerium. Das Chlorür Ce Cl giebt eine farblose Auflösung, woraus es schwer krystallisirt erhalten werden kann, und dann an der Luft schnell feucht wird. Auf trockenem Wege bereitet man es durch Erhitzen von Schwefelcerium in Chlorgas, wobei Chlorschwefel überdestillirt, und Cerchlorür als eine weisse, poröse Masse zurückbleibt. (Mosander). Das Chlorid, Ce Cl_3 , welches bei der Auflösung des Ceroxyd in Salzsäure entsteht, giebt eine rothgelbe Auflösung. B.

Chlorchrom. a) Chlorid, Cr Cl_3 , existirt in zwei Modificationen. Löst man Chromoxyd in Salzsäure, so erhält man eine dunkelgrüne Auflösung, die beim Abdampfen eine grüne zerfliessliche Masse giebt. Bei stärkerem Erhitzen bis 250°C . verliert es Wasser und wird pfirsichroth, zersetzt sich aber sehr leicht dabei. An der Luft zerfliesst auch das pfirsichrothe und wird wieder grün. Erhitzt man aber die rothe auflösliche Substanz in Chlorgas, so behält sie zwar ihre Farbe, ist aber unlöslich in Wasser geworden und verändert sich an der Luft nicht. In Schwefelsäure wird die lösliche Modification zersetzt, die unlösliche nicht. Man kann die letztere als ein Sublimat von schönen Krystallschuppen erhalten, wenn man Chromoxyd und Kohle in einem Strome von Chlorgas glüht. (H. Rose: Pogg. Ann. XLV. 183.) Nach Gregory erhält man die rosenfarbene Modification leicht beim Vermischen von Chlorschwefel mit der folgenden Verbindung, wobei sich das rosenfarbene Chlorid unter heftiger Gasentwicklung absetzt.

b) Superchlorid, nur in Verbindung mit Chromsäure bekannt, $\text{Cr Cl}_3 + 2\text{Cr O}_3$. Man schmelzt 10 Th. (3 At.) Kochsalz mit 17 Th. (3 At.) neutralem, chromsaurem Kali, zerschlägt die erkaltete Masse und übergiesst sie in einer Tubulatretorte mit 30 Th. (12 At.) concentrirter Schwefelsäure. Sogleich destillirt die Verbindung in rothen Dämpfen über, und condensirt sich in der kalt gehaltenen Vorlage zu einer dunkelrothen Flüssigkeit. Saures schwefelsaures Alkali bleibt zurück. In Wasser zersetzt sich das Chromsuperchlorid in Chromsäure und Salzsäure, und in Dampfform durch ein schwach glühendes Rohr getrieben in Sauerstoff, Chlor und krystallisirtes grünes Chromoxyd, zu dessen Darstellung es dient. Spec. Gew. des Dampfes 5,9 (Walter), berechnet 5,48. (Pogg. Ann. XXXIII. 343. XLIII. 154.) B.

Chloreyan (oxydirte Blausäure) Cy Cl — 42,71 Cyan; 57,29 Chlor; wurde von Berthollet entdeckt und von Serullas näher untersucht. Zur Darstellung rührt man gepulvertes Cyanquecksilber mit Wasser zu Brei, und bringt ihn in eine mit Chlor gefüllte Flasche, die an einem dunkeln Orte steht. Nach 10–12 Stunden haben sich Chlorquecksilber und Chloreyan gebildet. — Chloreyan ist ein farbloses, unerträglich stechend riechendes Gas, das die Augen zu Thrä-

Chem.-phys. Wörterb.

nen reizt, bei -12° flüssig wird, und bei -15° krystallisirt. Bei $+20^{\circ}$ wird es durch 4 Atmosphären Druck zu einer farblosen Flüssigkeit. Wasser nimmt sein 25faches Volumen davon auf, Alkohol dass 100fache.

Wird die Flasche, in der man das Chloreyan darstellt, dem Sonnenlicht ausgesetzt, so bildet sich schon nach 2—3 Stunden ein gelbes, in Wasser unlösliches, giftiges Oel, das ähnlich wie Chloreyan riecht und hauptsächlich aus Cy_2Cl_2 bestehen soll. Serullas hat auch eine weisse, krystallisirte, stechend riechende Verbindung mit doppelt so viel Chlor, CyCl_2 , dargestellt, die wenig löslich in Wasser ist, bei 140° schmilzt und bei 190° siedet. (Pogg. Ann. XI. 87. XIV. 443. Liebig *ibid.* XXXIV. 604.) B.

Chloreisen. Chlor verbindet sich direct mit dem Eisen, wenn man Eisen in jenem erhitzt. Ein heisser Eisendraht verbrennt in Chlorgas. a) Chlorür FeCl . — 43,38 Eisen; 56,62 Chlor, bildet sich unter Entwicklung von Wasserstoff, wenn man Eisen mit Salzsäure übergiesst. Die grüne Auflösung setzt beim Abdampfen grüne Krystalle ab, die Wasser chemisch gebunden enthalten, in Wasser löslich sind, an der Luft zerfliessen, und sich in Chlorid und Eisenoxyd verwandeln. Beim Erhitzen schmelzen sie in ihrem Krystallwasser, nach dessen Entweichen bei verstärkter Hitze das Chloreisen in wasserhellen Krystallen sublimirt, während grüne Krystallschuppen eines basischen Salzes zurückbleiben. Erhitzt man Eisen in Salzsäuregas, so erhält man das Chlorür in weissen, talkartigen Schuppen.

b) Chlorid, FeCl_2 . — 33,81 Eisen; 66,19 Chlor. Man löst Eisenoxyd in Salzsäure, oder Eisen in Salzsäure unter einem Zusatz von Salpetersäure. Beide Säuren entwickeln Chlor, das sich mit dem aus der Einwirkung der Salzsäure auf das Eisen hervorgegangenen Chlorür verbindet, und es in Chlorid umwandelt. Die Auflösung ist dunkelroth, und setzt beim Eindampfen rothe Krystallschuppen ab, die an der Luft schnell Wasser anziehen und zerfliessen, und in Weingeist und Aether löslich sind. Eine Auflösung des Eisenchlorids in Weingeist und Aether ist officinell (Bestuscheffs Nerventinctur). In der Rothglühhitze ist Eisenchlorid sublimirbar, ein Theil wird aber dabei in Salzsäure und Eisenoxyd, welches zurückbleibt, zerlegt. Mit Ammoniakgas zusammengebracht, absorhirt es eine bestimmte Quantität davon. Bringt man in die Auflösung des Chlorids frisch gefälltes Eisenoxydhydrat, so wird dieses aufgelöst und es entsteht ein mit dunkelrother Farbe auflösliches basisches Salz. Eine noch grössere Menge des Hydrats veranlasst endlich die Bildung eines unlöslichen basischen Salzes. (Phillipps.) B.

Chloressigsäure s. Essigsäure, gechlorte.

Chlorgold. a) Chlorür, AuCl , 84,89 Gold; 15,11 Chlor; wird erhalten, wenn man Goldchlorid bei etwa 230° so lange erhitzt, als sich noch Chlor entwickelt, wobei das Chlorid seine Farbe ändert und gelblich weiss wird. Durch Wasser wird das Chlorür in Gold und Goldchlorid zerlegt.

b) Chlorid, $AuCl_3$. — 65,18 Gold, 34,82 Chlor; entsteht durch Auflösen von Gold in Königswasser. — Die Auflösung ist gelb, und setzt beim langsamen Abdampfen eine gelbe, krystallinische Salzmasse ab, die eine beträchtliche Menge freier Salzsäure enthält und daher stark sauer ist. Erhitzt man aber das Salz, bis es Chlor entwickelt, so wird es dunkelroth, giebt eine eben so gefärbte Auflösung und enthält keine freie Säure mehr. An der Luft zerfließt das Salz, löst sich in Wasser, Weingeist und Aether; vom Licht wird es in Chlor und Gold zerlegt, eben so durch starke Hitze. Viele organische Substanzen, wie Oxalsäure, Essigsäure, die Haut, mehrere Metalle und Metalloxydule schlagen aus der Auflösung des Goldchlorids Gold nieder. Man bedient sich desshalb dieses Salzes um reines Gold darzustellen, indem man die Auflösung desselben mit schwefelsaurem Eisenoxydul (Eisenvitriol) versetzt, wobei Gold als ein braunes Pulver niederfällt. Mit den Chloriden der stark basischen Metalle giebt es Verbindungen, die man als Doppelsalze ansehen kann, aber auch als Amphidsalze, worin Goldchlorid der electro-negative Bestandtheil ist. Das Gold enthält darin dreimal so viel Chlor als das damit verbundene Chlorid. (Pogg. Ann. XVII. 261. XVIII. 599.) Goldchlorid wird zur Darstellung anderer Goldpräparate und zum Vergolden (s. dieses) benutzt. B.

Chlorhuminsäure s. Huminsäure.

Chlorid wird die Verbindung eines einfachen Stoffes, oder eines zusammengesetzten Radicals mit Chlor genannt. Gewöhnlich wird dadurch eine dem Oxyde entsprechende Chlorstufe verstanden. Da das Aequivalent des Chlors durch 2 At. gebildet wird, so enthält das Chlorid immer die doppelte Atomzahl Chlor, als die Atomzahl des Sauerstoffs im Oxyd beträgt. Eisenoxyd = F_2O_3 und Eisenchlorid = F_2Cl_6 oder F_3Cl_3 . Aether oder Aethyloxyd $\frac{4}{10}CHO$; Chloräthyl = $\frac{4}{10}CHCl_2$ u. s. f. s. Chlormetalle. M.

Chlorige Säure (Stadion's Chloroxyd, Unterchlorsäure), $\ddot{E}l = 842,64 - 52,53 \text{ Chl.}; 47,47 \text{ S.}$; wurde 1814 gleichzeitig von H. Davy und Stadion entdeckt. Ihre Zusammensetzung bietet in der Oxydationsreihe des Chlors eine Abweichung von der regelmässigen Progression dar. Die Sauerstoffmengen verhalten sich nämlich bei den vier Säuren des Chlors wie 1:2:5:7; wäre die chlorige Säure aus 2 Vol. Chlor und 3 Vol. Sauerstoff zusammengesetzt, so wäre diese Reihe regelmässig: 1:3:5:7. Desshalb hielt man lange dafür, dass Stadion's Angabe, nach welcher diese Säure $\ddot{E}l$ ist, die wahrscheinlichste Zusammensetzung sey. Allein die Analysen von Davy, Gay-Lussac und Soubeiran gaben übereinstimmend das auf die Formel $\ddot{C}l$ oder $\ddot{E}l$ führende Resultat. Um nun dasselbe mit der genannten Progression in Uebereinstimmung zu bringen, denkt man sich diese Säure als eine Verbindung von $\ddot{E}l + \ddot{C}l = 2\ddot{C}l$, ähnlich der salpetrigen Salpetersäure, obwohl es weder gelungen ist, sie in diese zwei Körper zu zerlegen, noch eine Verbindung von der Zusammensetzung $\ddot{E}l$ zu entdecken.

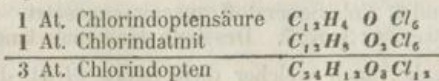
Darstellung, nach Stadion: Man mischt 1 Th. chlorsaures Kali mit nahe 4 Th. concentrirter Schwefelsäure, bringt das Gemenge in eine Retorte und erwärmt es gelinde in einem Wasserbade. Durch die Einwirkung der Schwefelsäure wird die Chlorsäure in Ueberchlorsäure und chlorige Säure zerlegt, von denen erstere mit dem Kali verbunden bleibt, die letztere aber überdestillirt und über Quecksilber aufgefangen werden muss.

Eigenschaften. Ein dunkelgelbes, chlorartig riechendes Gas, das im Sonnen- und Tageslicht sich allmählig zersetzt, beim Erhitzen bis zu 100° aber heftig explodirt, und in seine Bestandtheile zerlegt wird. Im Dunkeln lässt es sich ohne Zersetzung aufbewahren. Wasser nimmt sein 7faches Volumen davon auf, die Lösung bleicht und zerlegt sich am Licht in Chlorsäure und Chlor. Bringt man Schwefel oder Phosphor in das Gas, so explodirt es damit. Dasselbe geschieht auch mit mehreren anderen brennbaren Körpern. Faraday hat es bei -18° zu einer gelben Flüssigkeit condensirt. — Die chlorigsauren Salze bleichen, und zersetzen sich leicht, z. B. beim Erwärmen, in chlorsaure Salze und Metalle. B.

Chlorindatmit, $C_{12}H_8O_2Cl_6$, bildet sich folgendermaassen: Wenn man Chlorindopten mit reinem oder kohlen-saurem Kali zusammenbringt, so verschwindet der unangenehme Geruch desselben und verwandelt sich in einen Kerbelgeruch. Bei der Destillation geht ein fester Körper über, das Chlorindatmit, und zurück bleibt chlorindoptensaures Kali. Das Chlorindatmit gleicht ziemlich dem Chlorindopten, nur reagirt es nicht sauer. (Lit. s. Indigblau). M.

Chlorindin, $N_2C_{16}H_{10}O_2Cl_2$, ein schmutzig violettes Pulver, das sich in Kali mit gelber Farbe löst und als Zersetzungsprodukt des Chlorisatys auftritt. (Lit. s. Indigblau). M.

Chlorindopten, $C_3H_4OCl_2$, ein Zersetzungsprodukt des mit Chlor behandelten Indigblaus, wird durch Destillation und vorsichtige Sublimation gereinigt, bildet feine, weisse, zerreibliche Blättchen und Nadeln, ist übelriechend und gleicht ganz einem Stearopten. In Wasser, mehr aber in Weingeist ist es auflöslich. Vielleicht ist es eine Verbindung von Chlorindoptensäure und Chlorindatmit, in welche es durch Kali zerlegt wird



(Literat. s. Indigblau).

M.

Chlorindoptensäure, $C_{12}H_4OCl_6$, bildet sich aus dem Chlorindopten bei Behandlung mit Kali. Das in der Zersetzungsretorte bleibende chlorindoptensaure Kali wird so lange der Luft ausgesetzt, bis das anhängende kaustische Kali kohlen-sauer geworden ist, und dann mit heissem Weingeist behandelt, aus welchem es in Krystallen sich absetzt, welche mit Säuren zerlegt werden. Die abgeschiedene Säure röthet Lackmuspapier sehr stark und riecht noch viel unange-

nehmer als Chlorindopten selbst. Die gechlornte Chlorindoptensäure, $C_{12}Cl_{10}$, kommt in allen Eigenschaften mit der Chlorindoptensäure überein. (Literat. s. Indigblau). M.

Chlorine früher gebräuchlicher Name für Chlor. M.

Chlorisatin, $N_2C_{16}H_8O_4Cl_2$. Hat man Indigblau mit Chlor behandelt und aus der Masse das Chlorindopten abgeschieden, so bleiben in dem Rückstande Chlorisatin und Bichlorisatin. Das Gemenge löst man in siedendem Weingeist auf, der bei der Kälte Chlorisatin absetzt, das durch Umkrystallisiren gereinigt wird. Die Krystalle sind gelbe, durchsichtige, vierseitige Prismen. Das Chlorisatin ist geruchlos, reizt aber als Pulver zum Niesen, schmeckt bitter, löst sich in siedendem Wasser mit rothgelber Farbe auf, reagirt weder sauer noch alkalisch. (Literat. s. Indigblau). M.

Chlorisatinsäure. Die selbstständige Formel ist nicht gefunden, im Barytsalz ist sie folgende: $C_{16}H_8N_2Cl_2O_4 + Ba$.

Diese Säure bildet sich, wenn Chlorisatin mit reinem Kali zusammengebracht wird. Die Lösung, erst dunkel, wird allmählig hellgelb und enthält alsdann chlorisatinsaures Kali. Ausser diesem hat Erdmann noch das Baryt-, Blei- und Silbersalz dargestellt und analysirt. (Literat. s. Indigblau). M.

Chlorisatyd, $N_2C_{16}H_{10}Cl_2O_4$, erhält man, wenn man Chlorisatin in Schwefelammonium auflöst, nach einiger Zeit setzt sich, wenn die Lösung in verschlossenen Gefässen steht, ein weisser, oft röthlicher oder gelber Niederschlag von Chlorisatyd ab. In kaltem Wasser ist es unlöslich, sehr wenig in heissem, ebenso im Weinseist. (Literat. s. Indigblau). M.

Chlorisatydsäure, $N_2C_{16}H_{10}O_4Cl_2$, hat dieselben Eigenschaften wie Chlorisatinsäure, und bildet sich wenn man Chlorisatyd in erwärmter Kalilauge auflöst. Zunächst fällt chlorisatinsaures Kali heraus, aber wenn man dann die Mutterlauge mit Essigsäure zersetzt, so wird Chlorisatydsäure abgeschieden, welche zu Boden fällt, während in der Auflösung Chlorindin enthalten bleibt. Die Säure selbst ist ein gelbes Pulver und giebt gelbe Salze. (Lit. s. Indigblau). M.

Chlorit. Die Krystalle sind regelmässige sechsseitige Säulen, durch Vorherrschen der Endflächen tafelförmig; weit häufiger bildet Chlorit schuppige, schiefrige oder erdige Massen, von dunkel lauchgrüner Farbe. Biegsam, von Härte des Talks, spec. Gew. 2,6—2,8, blättert sich vor dem Lüthrohr auf, und wird von Schwefelsäure vollkommen zersetzt. Die chemische Untersuchung des Chlorits von verschiedenen Fundorten hat es wahrscheinlich gemacht, dass unter diesem Namen zwei verschiedene Mineralien gehen, für welche die äusseren Unterschiede noch nicht gehörig festgestellt sind.

Um die Differenzen in der Zusammensetzung beider mehr hervortreten zu lassen, folge als Beispiel nach der Analyse v. Kobell die Zusammensetzung des Chlorits:

	1) von Achma- towsk.	Sauer- stoff.	2) vom Ziller- thal.	Sauer- stoff.
Kieselsäure	31,14	16,15	27,32	14,19
Thonerde	17,14	7,98	20,69	9,66
Talkerde	34,40	13,31	24,89	9,63
Eisenoxydul	3,85	0,87	15,23	3,46
Manganoxydul	0,53	0,11	0,47	0,10
Wasser	12,20	10,84	12,00	10,66
Unzersetzer Rückstand	0,85		100,60	
	99,73			

Mit 1) stimmt der Chlorit vom Schwarzenstein im Zillerthal, mit 2) der Chlorit vom Gotthard und von Rauris überein. Recht passende Formeln haben sich bis jetzt nach diesen Analysen noch nicht aufstellen lassen. v. Kobell hat vorgeschlagen, die erste Gattung Rhipidolith, (von *ῥίπιδος* Fächer und *λίθος* Stein) zu nennen, da aber die fächerförmige Gruppierung gerade bei dem Chlorit vom Gotthardt sehr ausgezeichnet ist, und auch an dem von Rauris sich zeigt, so hält es G. Rose für passender, diesen Namen auf die zweite Abänderung zu übertragen, und den Namen Chlorit den zu 1) gehörigen Varietäten zu lassen. (Varrentrapp in Pogg. Ann. XLVIII. 185.) B.

Chlorjod, Chlorgas wird von Jod leicht absorbirt, allein es ist schwierig die Verbindung auf diese Weise rein zu erhalten. Sie ist dann eine farblose, flüchtige, sauer schmeckende Flüssigkeit; braun bei einem Ueberschuss an Jod, gelblich bei überschüssigem Chlor. Sie enthält von beiden Bestandtheilen gleich viel Atome, J Cl . — Durch Destillation von chlorsaurem Kali und Jod erhält man J Cl_2 ; eine noch höhere Chlorstufe giebt es nicht (Liebig, Serullas). Dieses Chlorjod verbindet sich mit Chloriden zu Salzen, von denen das Kalium-, Ammonium- und Magnesiumsalz krystallisiren, die nach der Formel $\text{R Cl} + \text{J Cl}_2$ zusammengesetzt sind, worin **R** das Metall bedeutet. (Filhol.) B.

Chlorkalium (Digestivsalz), K Cl . 52,53 Kalium; 47,47 Chlor; findet sich in der Asche der Pflanzen, im Meerwasser, in den Salzsöolen, im Steinsalz, und wird daher aus der Mutterlauge der Salinen als Nebenprodukt bei einigen anderen chemischen Processen, namentlich beim Aussalzen der Seife aus der Unterlauge gewonnen, und kann durch mehrmaliges Umkrystallisiren für technische Zwecke hinlänglich gereinigt werden. Chemisch rein erhält man es durch Zerlegung des reinen kohlen-sauren Kalis mittelst Salzsäure. Es erfordert 3 Th. Wasser von gewöhnlicher Temperatur und nicht ganz 1 Th. heisses Wasser zur Auflösung, schießt aus der Auflösung wasserfrei in Würfeln an, verändert sich nicht an der Luft, schmeckt salzig, ist löslich in Weingeist und verflüchtigt sich in hoher Hitze. 1 Th. gepulvertes Chlorkalium bringt in 4 Th. Wasser durch seine Auflösung eine Temperaturerniedrigung von $11\frac{1}{2}^\circ \text{C}$., 1 Th. Kochsalz kaum von 2° hervor, ein Umstand, den man zur Unterscheidung beider Salze benutzt. Man gebraucht Chlorkalium zu Frostmischungen, um künstliche Kälte zu erregen, wie das Kochsalz und bei der Alaunfabrikation. Spec. Wärme 0,17295 (Regnault.) B.

Chlorkalk, ein zum Bleichen von Leinen und Baumwollenzeugen und zur Zerstörung von stinkenden und ansteckenden Stoffen vielfach angewendetes Präparat. Tennant entdeckte und stellte zuerst den Chlorkalk 1799 in seiner so bedeutend gewordenen Fabrik zu Glasgow dar. Anfänglich hielt man den Chlorkalk für eine Verbindung von Kalkerde mit Chlor, worauf sich der noch jetzt übliche Name bezieht, später erkannte man das Unhaltbare dieser Meinung, obgleich man ungeachtet vieler Discussionen nicht im Stande war, die wahre Zusammensetzung so nachzuweisen, dass kein Zweifel dagegen erhoben werden kann. (Dingler's Journ. XXIX. 459. Berzelius Jahresber. 1830. und 1831.) Den meisten Beifall hat die Ansicht gefunden, dass der Chlorkalk aus unterchlorigsaurer Kalkerde, Chlorcalcium und Kalkhydrat bestehe, von denen der erste Bestandtheil der wesentlichste ist. s. Chloralkalien.

Darstellung. Man bereitet flüssigen und festen Chlorkalk. Ersterer enthält mehr unterchlorigsaure Kalkerde, ist aber viel leichter zersetzbar als der feste, und kann daher nur zum schnellen Selbstverbrauch bereitet werden. Handelswaare ist nur der feste (Bleichpulver). Um den flüssigen darzustellen, leitet man Chlorgas in einen Kalkmilch enthaltenden, dicht verschlossenen Kasten, und rührt beständig um. Das Chlor nimmt dabei Sauerstoff von der Kalkerde auf, wird unterchlorige Säure, die sich mit unzerlegter Kalkerde verbindet, während das frei gewordene Calcium einen anderen Antheil Chlor aufnimmt. Das Chlor muss langsam zuströmen, damit sich durch die Absorption das Ganze nicht zu stark (nicht über 30° C.) erwärmt, auch darf die Kalkmilch nicht dickflüssig sein, weil in beiden Fällen sich nichtbleichende chloresaurer Kalkerde bildet. — Festen Chlorkalk erhält man durch Einleiten von Chlor in eine gemauerte Kammer, deren Boden 3—4 Zoll hoch mit Kalkhydrat bedeckt ist, den man von Aussen durch Rührvorrichtungen umwenden kann. Bisweilen wird auch das Kalkhydrat auf Horden und Weidenzweigen ausgebreitet. Das Chlor tritt von oben ein und senkt sich auf den Kalk nieder. Der fertige Chlorkalk muss in luftdichten Gefässen an dunklen Orten aufbewahrt werden.

Eigenschaften. Chlorkalk ist ein weisses, schwach chlorartig riechendes Pulver, das sich theilweise in Wasser löst, der Rückstand ist Kalkhydrat, das Gelöste Chlorcalcium, unterchlorigsaurer Kalk und etwas Kalkhydrat; dem Lichte ausgesetzt, entwickelt sich aus der Auflösung Sauerstoff, und die unterchlorigsaure Kalkerde verwandelt sich in Chlorcalcium. An der Luft wird Chlorkalk feucht, zieht Kohlensäure an, wodurch die unterchlorige Säure allmählig zerlegt wird; ihr Sauerstoff tritt an das Calcium des Chlorcalciums, und Chlor wird zugleich aus der unterchlorigen Säure und dem Chlorcalcium frei, und es entsteht kohlen-saure Kalkerde. Säuren auf Chlorkalk gegossen entwickeln schnell Chlorgas, indem sie eine ähnliche Zersetzung wie die Kohlensäure hervorbringen, daher man sich auch des Chlorkalks zur schnellen Erzeugung von Chlor bedient. Beim Erhitzen entweicht Chlor aus dem Chlorkalk, und es entsteht chloresaurer Kalkerde, woraus bei fortgesetzter Erhitzung sich Sauerstoff entwickelt. Beim Aufbewahren entmischt sich allmählig die unterchlorigsaure Kalkerde, der Chlorkalk verliert also an Güte; besonders schnell ge-

schiebt diess mit dem flüssigen. Es ist daher von Wichtigkeit, die Bleichkraft eines käuflichen Produkts zu wissen, worüber unter Chlorometrie das Weitere. — Bei der Anwendung des Chlorkalks taucht man die zu bleichenden oder desinficirenden Stoffe in eine Auflösung von Chlorkalk oder besprengt sie mit einer solchen. Die Wirkung beruht auf der langsamen Chlorentwicklung unter Einfluss der Kohlensäure der Luft; durch Zusatz einer anderen Säure kann man diese Wirkung beschleunigen.

Millon betrachtet die bleichenden Verbindungen wie Superoxyde, worin jedes Atom Sauerstoff durch ein Doppelatom Chlor vertreten ist. (Ann. der Pharm. XXXII. 119.) B.

Chlorkiesel, $SiCl_2$. Silicium brennt in Chlor und giebt damit eine farblose, rauchende, flüchtige Flüssigkeit, die von Wasser in Salzsäure und gallertartige Kieselsäure zerlegt wird, und ohne sich zu verändern über Kalium destillirt werden kann. (Berzelius). Nach Oersted erhält man die Verbindung leicht, wenn man über ein glühendes Gemenge von Kieselsäure und Kohlenpulver Chlor leitet. Das Destillat hat das spec. Gew. 1,5 und siedet bei 50° (Köster); spec. Gew. des Dampfes 5,939 (Dumas). B.

Chlorkobalt, $CoCl$ — 45,46 Kobalt; 54,54 Chlor; erhält man durch Auflösen des Kobaltoxyds in Salzsäure. Die Auflösung ist rosenroth, und setzt eben so gefärbte, wasserhaltige Krystalle ab. Bei einem gewissen Concentrationsgrad erscheint die Auflösung blau, und giebt auch blaue Krystalle, die wasserfreies Chlorkobalt sind. Schreibt man mit der blauen Auflösung auf Papier, so ist die Schrift kaum zu erkennen. Sie tritt aber deutlich hervor, wenn man das Papier erwärmt, und erscheint blau, wenn das Salz rein war, oder grün, wenn es Nickel enthielt. Wird das Papier kalt, so wird die Schrift ganz matt, erscheint aber beim Erwärmen wieder, und diess kann man oft wiederholen. Zuletzt aber verschwindet die Schrift nicht mehr, sondern bleibt braunroth, weil jedesmal etwas Salzsäure sich verflüchtigt und sich ein basisches Salz bildet. Die Erscheinung beruht auf der Entstehung eines intensiv gefärbten wasserfreien Salzes beim Erwärmen, und eines schwach gefärbten, wasserhaltigen beim Erkalten. Man nennt eine solche Auflösung sympathetische Dinte. Wasserfreies Chlorkobalt, erhalten durch Hinüberleiten von Chlorgas über fein zertheiltes Kobalt, absorbirt lebhaft Ammoniakgas. (Pogg. Ann. XX. 156.) B.

Chlorkohlenoxydgas, $COCl$; — 28,3 Kohlenoxydgas; 71,7 Chlor. Werden gleiche Volumina von trockenem Chlor- und Kohlenoxydgas in einem Glaskolben gemengt und dem Sonnenlicht ausgesetzt, so verschwindet die Farbe des Chlors allmählig, indem sich beide Gase zu einem stechend sauer riechenden Gas verbinden. Da diese Verbindung nur durch die Einwirkung des Sonnenlichts vor sich geht, so gab ihr J. Davy, ihr Entdecker, den Namen Phosgengas (von $\varphi\omega\varsigma$ Licht, und $\gamma\epsilon\gamma\gamma\omega$ hervorbringen). Von Alkohol wird das Gas absorbirt, von Wasser in Kohlensäure und Salzsäure zerlegt. Spec. Gew. 3,438. B.

Chlorkohlenoxydmethyloxyd s. Oxychlorcarbonholzäther.

Chlorkohlenstoff. Faraday entdeckte drei Verbindungen zwischen Chlor und Kohlenstoff, die er auf indirectem Wege darstellte. Bei einer Untersuchung derselben fand Regnault noch eine vierte, das Superchlorid. (Ann. de Chim. et de Phys. LXXI. p. 383.)
 a) Das Superchlorid, C_2Cl_2 , ist ein farbloses Liquidum, spec. Gew. 1,599, des Dampfes 5,3024, siedet bei 78° , kann unverändert destillirt werden; wird aber, wenn man es durch eine glühende Röhre leitet, in Chlor und niedrigere Chlorkohlenstoffverbindungen zersetzt. b) Das Superchlorür, C_2Cl_3 , ist fest, riecht campherartig, ist geschmacklos, unlöslich in Wasser, löst sich aber in Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen; schmilzt bei 160° und siedet bei 180° . Spec. Gew. 2,0 (Faraday), des Dampfes 8,164 (Regnault). — c) Das Chlorid, CCl , eine wasserhelle, in Wasser unlösliche Flüssigkeit; spec. Gew. 1,619, in Gasform 5,7238, Siedepunkt 122° C. (Regnault). — Das Chlorür, C_2Cl ist fest, sublimirbar, und kann in farblosen Nadeln erhalten werden, die in Aether löslich sind. Andere Eigenschaften sind von demselben noch nicht bekannt. B.

Chlorkohlenwasserstoff s. Chlorelayl.

Chlorkupfer, a) Chlorür, $CuCl$. — 64,13 Kupfer; 35,87 Chlor; entsteht, wenn man Kupferchlorid erhitzt, wobei Chlor fortgeht, oder wenn man 1 Th. Kupferfeile mit 2 Th. Quecksilberchlorid (Sublimat) destillirt. Quecksilber geht über; zurück bleibt Chlorkupfer, eine braungelbe Masse. Bringt man Kupfer in eine Chloridauflösung und hält den Zutritt der Luft ab, so erhält man das Chlorür in farblosen Krystallen, die in Wasser schwer löslich sind. An der Luft wird es grün und geht in Chlorid über. Spec. Wärme 0,43827 (Regnault.)

b) Chlorid. $CuCl = 838,35 - 47,20$ K.; 52,80 Chl. Heißes, dünnes Kupferblech in Chlor gebracht, verbindet sich damit unter Lichtentwicklung zu Kupferchlorid. Das wasserfreie Salz zieht an der Luft Feuchtigkeit an, wird grün und zerfließt. Auf nassem Wege erhält man es durch Auflösen des Kupferoxyds oder des kohlensauern Kupferoxyds in Salzsäure. Aus der schön grünen Auflösung krystallisirt das Salz beim Abdampfen mit Krystallwasser in grünen Nadeln, die an der Luft zerfließen und sich leicht in Wasser und Weingeist lösen. Die Flamme des letzteren wird dadurch schön grün gefärbt. Erhitzt man die Krystalle vorsichtig bis 100° , so werden sie braun und wasserfrei, bei stärkerem Erhitzen entweicht auch die Hälfte Chlor. (Ueber das Verhalten verschiedener Metalle zu Kupferchlorid s. Karsten in dessen Archiv für Mineralogie. I. 178.)

Versetzt man die Auflösung des Kupferchlorids mit einem Alkali, so erhält man einen grünen Niederschlag, der dreifach basisches Kupferchlorid mit chemisch gebundenem Wasser ist, $CuCl + 3Cu$. Dieselbe Verbindung kommt unter dem Namen Atakamit oder Salzkupfererz in Chili, Peru und am Vesuv in zweigliedrigen Krystallen (selten), gewöhnlich derben, nierenförmigen Massen von smaragd- und lauchgrüner Farbe vor. Spec. Gew. 3,6. Das sandförmige Mineral (Kupfer-

sand, Arenilla) ist künstlich pulverisirt. Der Wassergehalt wird von Berthier zu 6 At. (22,5 pCt.) von Davy und Klaproth zu 3 At. (12,7 pCt.) angegeben. Wird in Peru als Streusand benutzt. B.

Chlormangan. a) Chlorür, $MnCl = 788,54$. — 43,86 M.; 56,14 Chl.; wird erhalten, wenn man Braunstein (Mangansuperoxyd) mit Salzsäure erhitzt, wobei sich Chlor entwickelt. Digerirt man den Braunstein zuvor mit Salpetersäure, um die demselben oft beigemengten Oxyde auszuziehen, so erhält man das Salz rein, desgleichen wenn man frisch gefälltes kohlen-saures Manganoxydul in Salzsäure auflöst. Die Auflösung ist rosenroth, und setzt fast farblose oder schwach rosenfarbige, rhomboïdale, tafelfartige Krystalle ab, die an der Luft zerfliessen, 37,45 pCt. (4 At.) Wasser enthalten, und sich in Weingeist und Wasser lösen. In der Rothglühhitze schmilzt Chlormangan, riecht dabei schwach nach Chlor, und erstarrt zu einer krystallinischen, weissen, theilweis röthlichen Masse. — 1 Th. davon erfordert 3 Th. Wasser von 10° C., und kaum 1 Th. von 62° zur Auflösung, Wasser über 62° löst nicht mehr als bei dieser Temperatur. (Brandes: Pogg. Ann. XXII. 255. Graham: ibid. XXXVIII. 138.) — Man gebraucht das Chlormangan in der Kattundruckerei, um daraus durch ein Alkali Manganoxydul (übergehend an der Luft in braunes Manganoxydhydrat) auf den Zeugen niederzuschlagen.

b) Chlorid, $MnCl_2$, entsteht durch Auflösen des Manganoxys in Salzsäure. Wird beim Erhitzen in Chlor und Manganchlorür zerlegt. B.

Chlormagnesium, $MgCl = 601,00$. — 26,35 M.; 73,65 Chl.; findet sich im Meer- und Soolwasser. Man erhält es durch Auflösen von kohlen-saurer Talkerde in Salzsäure oder durch Vermischen der concentrirten Auflösungen von schwefelsaurer Talkerde und Chlornatrium, die sich in der Frostkälte gegenseitig zersetzen, wobei schwefelsaures Natron herauskrystallisirt. Aus der Auflösung lässt sich Chlormagnesium durch Abdampfen erhalten; die Krystalle enthalten 5 At. oder 48 pCt. Wasser, zerfliessen schnell an der Luft, schmecken salzig-bitter, und zersetzen sich beim Erhitzen in entweichende Salzsäure und Talkerdehydrat. Dasselbe geschieht beim Eindampfen des aufgelösten Chlormagnesiums. Wasserfrei erhält man es, wenn man salzsaures Gas über glühende Talkerde leitet, oder gleiche Theile salzsaurer Magnesia und Salmiak abdampft, das trockene Gemenge in einen glühenden Platintiegel bringt und darin so lange erhitzt, bis aller Salmiak ausgetrieben ist und das Ganze ruhig fliesst. Eine weisse, krystallinische, an der Luft zerfliessliche Salzmasse. (Liebig in Pogg. Ann. XIX. 137.) — Chlormagnesium ist die Ursache des bitterlichen Geschmacks des Seewassers und des Zerfliessens manchen Kochsalzes. Man benutzt das in der Mutterlauge der Salinen enthaltene Chlormagnesium auf Salzsäure, kohlen-saure und schwefelsaure Talkerde und einige andere Produkte. B.

Chlormesityl s. Mesitylchlorid.

Chlormetalle. Chlor verbindet sich mit allen Metallen, und

meist in eben so vielen Verhältnissen als der Sauerstoff, doch kennt man keine den Suboxyden entsprechende Chlorverbindungen. Die niedrigste Chlorstufe nennt man Chlorür, die folgenden Chlorid, Superchlorür und Superchlorid; die beiden ersten dem Oxydul und Oxyd z. B. beim Quecksilber, die letzteren meist den Säuren, wie Antimonsuperchlorid der Antimonsäure entsprechend. Gibt es nur eine Verbindung zwischen einem Metalle und Chlor, so wird der Name des Metalles an Chlor angehängt, z. B. Chlorkalium, Chlornatrium u. s. w.

In der Natur kommen Kalium, Natrium, (Ammonium), Calcium, Magnesium, Blei, Kupfer, Quecksilber und Silber mit Chlor verbunden vor. Künstlich stellt man die Chlormetalle theils direct dar, indem man die Metalle in Pulverform oder als feine Drähte, oder glühend in Chlorgas bringt, wobei denn viele sehr lebhaft Lichterscheinungen zeigen, wie Arsenik und Spiessglanz in gepulvertem Zustand oder Kupfer, Wismuth, Stahl und namentlich Neusilber, wenn das untere Ende des Drahtes mit unechtem Blattgold umwickelt wird (R. Böttger: Pogg. Ann. XLIII. 660.), theils durch Auflösen der Metalle in Salzsäure unter Wasserstoffentwicklung, oder der Oxyde in Salzsäure. Wendet man Königswasser, welches freies Chlor enthält, statt der Salzsäure an, so erhält man die höheren Chlorstufen, Chloride; im vorhergehenden Fall meist die Chlorüre. Die auf trockenem Wege erhaltenen Chlormetalle sind wasserfrei, die aus Auflösungen krystallisirenden enthalten in den meisten Fällen Krystallwasser.

Die Chlormetalle sind den eigentlichen Salzen so durchaus ähnlich, dass man nach einem derselben, dem Chlornatrium oder Kochsalz, die ganze Klasse benannt hat, worin sie die Abtheilung der Haloïdsalze ausmachen. Chlorsilber, Chlorblei und die Chlorüre von Platin, Quecksilber und Kupfer sind in Wasser unauf löslich, alle anderen Chlormetalle löslich darin, die meisten ziehen Wasser aus der Luft an und zerfliessen, wie die Chlorverbindungen mit Calcium, Magnesium, Mangan, Eisen, Kupfer und Gold. Sie sind theils flüchtig, Titan-, Zinn-, Antimon-, Wismuthchlorid, theils nicht flüchtig. Unter den ersteren stossen einige bei gewöhnlicher Temperatur Dämpfe aus, indem sie sich verflüchtigen, und mit dem Wasser der Luft condensiren. Einige sind auch im wasserfreien Zustande flüssig, wie Titan-, Arsenik und Zinnchlorid, oder schmelzen bei geringem Erwärmen zu einer ölartigen Flüssigkeit, wie Wismuth und Antimonchlorid. Verbindungen dieser Art nannte man in früheren Zeiten Arsenik-, Zinn-, Wismuthbutter u. s. w.

Sowohl die flüchtigen als nichtflüchtigen wasserfreien Chlormetalle absorbiren trockenes Ammoniakgas in constanter Menge, die flüchtigen in mehreren Verhältnissen. H. Rose, der diese Klasse von Verbindungen besonders untersucht hat, betrachtet das Ammoniak darin ähnlich dem Wasser in den Hydraten. (s. Ammoniakverbindungen, und Pogg. Ann. LII. 57.) Derselbe hat auch Verbindungen der wasserfreien Chloride mit Phosphorwasserstoff, so wie mit wasserfreier Schwefelsäure dargestellt. (Pogg. Ann. XXIV. 141. 295. XLIV. 324.)

Ein merkwürdiges Verhalten zeigen diejenigen Metalle, die mit Sauerstoff eine stärkere Säure geben; sie haben entweder keine die-

ser Säure entsprechende Chlorverbindung, oder wenn eine solche existirt, so scheint sie nur in Verbindung mit der Säure desselben Metalles möglich zu sein. So kennen wir Verbindungen des Chrom-, Wolfram-, Molybdän- (Schwefel-) Superchlorid mit Chrom-, Wolfram-, Molybdän- (Schwefel-) Säure; und diese Verbindungen, die man wie H. Rose bemerkt, den basischen Haloïdsalzen vergleichen kann, gehen wieder unter einander Verbindungen ein. (Pogg. Ann. XLIV. 291. XLVI. 167.) s. Salze. B.

Chlormolybdän. a) Chlorür, $MoCl$, entsteht als ein ziegelrothes, krystallinisches Sublimat, wenn man die Dämpfe des Chlorids (s. d.) über glühendes metallisches Molybdän leitet. Es ist in Wasser wenig löslich. Durch Auflösen des Hydrats vom Molybdänoxydul in Salzsäure erhält man eine rothbraune Flüssigkeit.

b) Chlorid, $MoCl_2$. Leitet man über erhitztes Molybdän Chlor, so zeigt sich zu Anfang der Vereinigung beider Feuer, und es geht das entstandene Chlorid in tief rothen Dämpfen fort, die sich im kälteren Theil des Apparats zu metallglänzenden, wie Jod gefärbten Krystallen condensiren. Sie sind leicht schmelz- und sublimirbar, lösen sich mit Heftigkeit in Wasser zu einer rothen Auflösung und zerfließen an der Luft.

c) Superchlorid. Lässt man Chlor über erhitztes Molybdänoxyd gehen, so sublimiren sich weisse, voluminöse Krystallschuppen, die eine Verbindung des Superchlorids mit Molybdänsäure sind. (vgl.

Chlormetalle) $MoCl_3 + 2Mo$. Leicht sublimirbar und löslich in Wasser. (Pogg. Ann. VI. 342. XL. 395.) B.

Chlornaphthalase und die anderen Chlorverbindungen des Naphthalin s. unter Naphthalin. M.

Chlornatrium, Kochsalz, $NaCl = 733,55$. — 39,66 N.; 60,34 Chl. Dieses für die menschlichen Bedürfnisse so unentbehrliche Salz ist in so überaus reichlicher Menge in der Natur vorhanden, dass seine künstliche Darstellung nur in sehr seltenen Fällen vorgenommen wird. Man erhält es sehr rein aus kohlensaurem Natron und Salzsäure. Das natürliche findet sich theils fest in der Erde, Steinsalz, wie zu Wieliczka und Cardona in Catalonien u. a. a. O., oder man findet es auf der Erdoberfläche, die es oft auf weite Strecken bedeckt, wie in verschiedenen Gegenden des mittleren Asiens, im nördlichen Afrika und in Chili. Nach vulkanischen Ausbrüchen überzieht es bisweilen die inneren Kraterwände der Vulkane. Führen Quellen über Salzlager im Innern der Erde, so lösen sie Salz auf, und kommen als Salzquellen oder Soolen zu Tage. Je nachdem sie sich mit Salz sättigen konnten oder bei ihrem weiteren Lauf mit süßem Wasser mischten, sind sie mehr oder weniger salzreich, zwischen 2—25 pCt. Einen grossen Reichthum an Salz enthält auch das Meer, dessen Gehalt man durchschnittlich auf 2,5 pCt. annehmen kann. Chlornatrium ist auch ein Bestandtheil vieler Thier- und Pflanzenkörper.

Gewinnung. Das Steinsalz wird durch Bergbau gewonnen, und ist oft so rein, dass man es ohne Weiteres in den Handel bringen kann. Ist es aber mit erdigen Theilen gemengt, so löst man es auf, lässt es klären und dampft nachher wieder ein. Ein in neuerer Zeit mit grossem Vortheil angewendetes Verfahren besteht darin, ein Bohrloch von geringer Weite in die salzhaltigen Erdschichten nieder zu treiben, in welchem sich bald eine beträchtliche Menge Wasser ansammelt oder nöthigenfalls hinein geleitet wird, und die umgebenden Erdschichten auslaugt. Man bringt in das Bohrloch dann eine messingene oder kupferne Röhre mit einer Saugpumpe, und schafft die künstlich erzeugte Soole heraus, aus der durch Eindampfen das Salz gewonnen wird. Ist ein Bohrloch ausgelaugt, so muss man zwar ein neues erbohren, allein der Kostenaufwand in Betracht des Nutzens und in Vergleich mit dem Grubenbau ist nur unbedeutend. Ein Bohrloch giebt in günstigen Fällen jährlich Soole für 60,000 Centner Salz. Dieses Verfahren ist besonders da vortheilhaft, wo das Salz in dem dasselbe einschliessenden Thon und Gyps vertheilt ist. — Eine gesättigte Kochsalzauflösung enthält 27 pCt. Salz; Soolen also, die 20 pCt. und darüber enthalten, sind fast gesättigt, und werden sogleich in grossen flachen Pfannen von Eisenblech eingedampft. Minder reiche Soolen pumpt man auf ein aus Balken errichtetes Gebäude, Gradirhaus, dessen Wände aus Reiseren von Schlehdornen bestehen, und lässt über diese die Salzauflösung herabtröpfeln. Durch die grosse Vertheilung der Flüssigkeit wird ihre Oberfläche ausserordentlich vergrössert und die Verdampfung des Wassers bedeutend gefördert. Arme Soolen muss man 2—3mal über die Dornen gehen lassen, gradiren, bis ihr Salzgehalt auf 18—20 pCt. gestiegen ist, oder bis sie 18—20löthig sind, wie man sagt. Würde man eine so concentrirte Lösung noch einmal gradiren, so würde viel Salz zwischen den Dornen bleiben und verloren gehen. Die hinreichend concentrirte, siedwürdige Soole wird nun über Feuer eingedunstet, das abgeschiedene Salz aus den Pfannen herausgeharkt, zum Abtropfen in schräge, über den Pfannen befindliche Kasten gebracht, und zuletzt zum Abtrocknen auf Horden ausgebreitet. Da das Soolwasser auch noch andere Salze in geringer Menge enthält, unter denen einige, wie Gyps und Glaubersalz, schwerlöslicher sind als Kochsalz, so überziehen sich sowohl die Dornen mit diesen Salzen, Dornenstein, als auch die Pfannen, Pfannenstein; ersteren gebraucht man zum Düngen, letzteren hauptsächlich um noch schwefelsaures Natron daraus zu gewinnen. In der rückständigen Lauge, Bitterlauge, befinden sich ausser Kochsalz noch Chlormagnesium, Chlorcalcium, Glaubersalz, und in geringer Menge Jod und Bromverbindungen, so wie noch einige andere Salze. Die Mutterlauge dient daher noch, um verschiedene ihrer Bestandtheile daraus zu gewinnen. Die Soole zu Dürheim ist 24—26löthig, Lüneburg 25löth., Halle 17—19löth., Salza 11,9löth., Greifswald 3,5löth., Rheina in Westphalen 2löth.

Aus dem Meerwasser wird an den Küsten von Frankreich, Spanien, Portugal und anderer wärmeren Gegenden Salz, Seesalz, gewonnen. Man leitet während der warmen Jahreszeit das Seewasser in weite flache Bassins (Salzgärten, *marais salans*) in denen das verdunstende Wasser sein Salz absetzt, das herausgeharkt und aufge-

schüttet wird, um die anhaftenden zerfliessenden Salze ablaufen zu lassen. Ist das Seesalz nicht hinlänglich rein, so wird es durch Auflösen in Seewasser und Abdampfen raffinirt. — In einigen Gegenden Englands wird das Meerwasser durch Sieden concentrirt, in Holland zuvor gradirt, in Sibirien lässt man es gefrieren, wobei sich das Salz vom Wasser trennt.

Eigenschaften. Reines Salz ist in kaltem und heissem Wasser gleich löslich, 1 Th. bedarf 2,7 Th. Wasser. Es ist luftbeständig; wenn es zerfliesst, so rührt diess von einem Gehalt an Chlormagnesium her. Es krystallisirt in Würfeln, die sich parallel den Seitenflächen spalten lassen. Spec. Gew. 2,2—2,3. Die Krystalle sind wasserfrei; die aus Auflösungen abgesetzten, Kochsalz, zerknistern beim Erhitzen, weil sie mechanisch Wasser eingeschlossen enthalten, was beim Steinsalz nicht der Fall ist, wesshalb man auch angenommen hat, es sey auf feurigem Wege entstanden. Zu Wieliczka giebt es jedoch auch ein verknisterndes Steinsalz, Knistersalz, von dem H. Rose gezeigt hat, dass dieses Salz Kohlenwasserstoffgas enthält, das beim Erhitzen entweicht und das Knistern verursacht. (Pogg. Ann. XLVIII. 353.) Ehrenberg beobachtete, dass beim Anschiesen des Kochsalzes sich zuerst eine 6seitige Tafel bildet, auf der ein Punkt entsteht, welcher schnell zu einem deutlichen Cubus heranwächst, die Tafel umher auflöst und an sich zieht. (Pogg. Ann. XXXVI. 240.) Unter -10° krystallisirt es nach Frankenheim in rhombischen Tafeln von ungefähr 136° (Pogg. Ann. XXXVII. 638.) mit 38 pCt. oder 4 At. Wasser (Mitscherlich), die es über -10° wieder verliert. In starker Rothglühhitze wird Chlornatrium verflüchtigt, ist aber unter allen Chloralkalien am wenigsten flüchtig. (Pogg. Ann. XXXI. 133.) Das Steinsalz ist für die Wärmelehre sehr wichtig geworden, da es die Wärmestrahlen aus jeder Wärmequelle in gleicher Menge durchlässt, wie weisses Glas jede Art Lichtstrahlen. (Melloni in Pogg. Ann. XXXV. 412.) Spec. Wärme 0,21401 (Regnault). B.

Chlornickel, NiCl = 812,33. — 45,51 N.; 54,49 Cl.; wird erhalten durch Auflösen von Nickeloxyd oder Nickel in Salzsäure. Es schiesst in smaragdgrünen Prismen an, die an der Luft zerfliessen, Krystallwasser enthalten, das sie beim Erhitzen verlieren und dadurch gelb werden. Schreibt man mit einer verdünnten Auflösung, so erscheinen die Schriftzüge, wenn man das Beschriebene erhitzt, gelb, und verschwinden wieder beim Erkalten. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der abwechselnden Bildung eines wasserfreien und wasserhaltigen Salzes. (s. Chlorkobalt.) Chlornickel verbindet sich auch mit Ammoniakgas. B.

Chloroform s. Formylchlorid.

Chlorometrie. Die bleichende Wirkung des Chlorkalks beruht auf seinem Gehalt an unterchlorigsaurer Kalkerde, die beim Gebrauch sich zerlegt, wodurch das eigentlich wirksame Chlor frei wird. Da der Chlorkalk beim Liegen von selbst eine solche Zersetzung erleidet, so liefert der käufliche nicht immer dieselbe Menge Chlor, er ist also von ungleicher Güte, und es ist demnach von Wichtigkeit,

die frei werdende Chlormenge in einer vorkommenden Sorte mit Leichtigkeit ermitteln zu können. Diess lehrt die Chlorometrie, deren Methoden auch benutzt werden können, den Chlorgehalt des Chlorwassers zu bestimmen. Will man nur den relativen Chlorgehalt zweier Proben erfahren, so genügt dazu eine verdünnte Auflösung von Indigo in Schwefelsäure, von der ein gewisses Maass in einen graduirten Glaszylinder gegossen wird, worauf man so lange die geklärte Auflösung des Chlorkalks zusetzt, bis die Indigauflösung durch Grün in Gelb übergeht. Je mehr man von der Chlorkalklösung gebraucht, desto geringer ist ihr Chlorgehalt in demselben Volumen und desto geringer ihr Werth. Dass man bei solchen Vergleichen verschiedener Proben dieselbe Menge festen Chlorkalk in derselben Quantität Wasser lösen muss, bedarf kaum der Erinnerung.

Gay-Lussac benutzte auch die Entfärbung des Indigos durch Chlor, um die absolute Menge des letzteren im Chlorkalk (unterchlorigsaurer Kalk) zu bestimmen, indem er die Auflösung so bereitete, dass ein gewisses Maass derselben gerade durch ein bekanntes Volumen Chlorgas entfärbt wird. Aus der entfärbten Menge der Probenflüssigkeit lässt sich dann der Chlorgehalt eines bestimmten Gewichts von Chlorkalk entnehmen. Da indess der Indigo in seiner Zusammensetzung sich nicht immer gleich ist, eine verdünnte Auflösung sich mit der Zeit entmischt, und auch die anderen Bestandtheile des Chlorkalks entfärbend auf den Indigo wirken, so ist diese Methode nichts weniger als zuverlässig. (Dingler's polyt. Journ. XIV. 422. Erdmann's Journ. XIII. 276.) Später hat Gay-Lussac ein zuverlässigeres Verfahren angegeben (Dingl. polyt. Journ. LX. 128.), welches darin besteht, dass eine Auflösung von arseniger Säure in Salzsäure mit Wasser verdünnt wird, bis ein bestimmtes Maass derselben von einer bekannten Menge Chlor vollständig in Arsensäure umgewandelt wird. In diese Auflösung giesst man die Chlorkalklösung, welche bei allen Untersuchungen aus demselben Gewicht Chlorkalk und dem gleichen Quantum Wasser bestehen muss. Aus der Menge Chlorkalkauflösung, die man gebraucht, um in 1 Maass der Probenflüssigkeit alle arsenige Säure zu zerstören, lässt sich dann auf den Chlorgehalt des Bleichpulvers schliessen. Damit man den Punkt erkenne, wann die Umwandlung in Arsensäure, die sich mit der Kalkerde verbindet, vollendet ist, setzt man einige Tropfen einer stark verdünnten Indigauflösung zu, die sogleich gebleicht wird, wenn das Chlor keine arsenige Säure mehr vorfindet, und nun zersetzend auf den Indigo wirkt.

Penot schlug (Dingl. polyt. Journ. XL. 142.) eine Auflösung von Schwefelbarium als Probenflüssigkeit vor, welches in Berührung mit unterchlorigsaurer Kalkerde, Chlorcalcium und schwefelsaure Baryterde erzeugt, die sich niederschlägt, und zur Bestimmung des Chlors dient.

Zenneck, Henry und Plisson (Erdmann's Journ. f. techn. u. ökonom. Chem. X. 289. XII. 266. XIII. 273.) wandten Ammoniak an, welches durch Chlor oder unterchlorigsaure Salze seines Wasserstoffs beraubt wird, wobei Stickstoff frei wird. Aus dem Volumen des letzteren, das bei diesem Verfahren bestimmt werden muss, lässt sich die Menge des zersetzten Ammoniaks und daraus die zur Zersetzung

erforderlich gewesene Chlormenge berechnen. — Das Verfahren von Marozeau (Pogg. Ann. XXII. 273.) beruht darauf, dass der Niederschlag, den Salzsäure in einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul hervorbringt, gänzlich durch hinreichenden Zusatz von Chlorkalk zum Verschwinden gebracht werden kann. Durch das freier werdende Chlor wird nämlich das unlösliche Quecksilberchlorür in lösliches Chlorid verwandelt. Sind nun die Lösungen des salpetersauren Quecks. und des Chlorkalks nach bekannten Verhältnissen gemacht, und ist ein Maass des ersteren durch Salzsäure gefällt, so lässt sich aus dem vom Chlorkalk gelösten Quantum des Niederschlags die Chlormenge im Chlorkalk bestimmen. — Bei dem Verfahren von Duflos (Schweigg. Journ. LXIII. 348.) besteht die Probe-Flüssigkeit aus einer Auflösung von Chlorbarium in Wasser, die man mit schwelligsaurem Gas sättigt. Durch Chlor und die Chloralkalien wird dies Gas in Schwefelsäure verwandelt, die in dem Chlorbarium einen Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde hervorbringt, aus dessen Menge rückwärts auf Schwefelsäure und Chlor geschlossen wird. — Die von Otto (Graham's Lehrb. der Chem. II. 439.) beschriebene Methode beruht auf der Umänderung des schwefelsauren Eisenoxyduls in das Oxydsalz durch Chlor.

Der Gehalt an wirksamem Chlor in den verschiedenen käuflichen Sorten schwankt zwischen 10—30 pCt. B.

Chloropal, ein pistaziengrünes, dichtes, undurchsichtiges Mineral von Ughwar in Ungarn; wenig härter als Kalkspath; besteht nach Bernhardt und Brandes aus 46 Kieselsäure, 33 Eisenoxyd, 2 Talkerde, 1 Thonerde, 18 Wasser, woraus keine passende Formel sich ergibt. Schweigg. Journ. XXXV. 29. B.

Chlorophaeit, Chlorophaeit, ein in basaltischen Mandelsteinen auf Island vorkommendes, olivengrünes, derbes Eisensilicat, nach Berzelius Fe_3Si_2 , das an der Luft zu einem rostbraunen Pulver zerfällt. Der Name (von $\chiλωρός$ grünlich und $φαίνονται$ erscheinen), soll auf die Farbe des frischen Fossils hindeuten. B.

Chlorophan, (von $\chiλωρός$ grünlich und $φαίνονται$ erscheinen), heisst die Species des Flusspaths, welche beim Erwärmen mit grünlichem Lichte phosphorescirt. B.

Chlorophenise und die übrigen Chlorverbindungen des Phen s. unter Phen. M.

Chlorospinell nennt G. Rose ein hinsichtlich seiner Krystallform und Zusammensetzung mit dem Spinell übereinstimmendes Fossil von Slatoust im Ural, das sich aber durch seine grüne Farbe, woher der Name und höheres spec. Gew. 3,59 vom eigentlichen Spinell unterscheidet. Merkwürdig ist er noch dadurch, dass in dieser Varietät ein Theil der zur Zusammensetzung des Spinells gehörigen Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist. (Pogg. Ann. L. 652. und LI. 277.) B.

Chloroxalsäure. Bei der Einwirkung des Chlors auf Essigsäure entsteht eine neue Säure, welche die Elemente der Essigsäure enthält, aber anstatt des Wasserstoffs die entsprechenden Äquivalente an Chlor. Dumas, welcher diese Substanz entdeckte, hielt sie Anfangs für eine Verbindung von Oxalsäure und Chlorwasserstoffsäure. Pogg. Ann. XX. 166. Vergl. Essigsäure, gechlorte.

M.

Chloroxalsäureäther. Bei der Einwirkung von Chlorkohlenoxydgas auf den Alkohol, welche von starker Temperaturerhöhung begleitet ist, bildet sich eine ölige, ätherische Verbindung, welche durch Bleioxyd und Chlorcalcium gereinigt, durch $C_6H_{10}O_4Cl_2$ oder $C_2H_4O_2 + C_2O_2Cl_2$ gebildet wird. Spec. Gew. bei $15^\circ = 1,433$. Siedepunkt bei 94° . Er brennt mit grüner russender Flamme. Heißes Wasser und concentrirte Schwefelsäure zersetzen den Aether. Dumas, der den Körper entdeckt hat, betrachtete ihn als einen Aether der Säure, $C_2O_2Cl_2$, welche er früher dargestellt zu haben glaubte, vergl. Chloroxalsäure. Man kann ihn betrachten als eine Verbindung von Kohlensäureäther mit Chlorkohlenoxydgas, $C_4H_4O + CO + COCl_2$. Durch Ammoniak wird der Aether in Salmiak und Urethan umgewandelt.

M.

Chloroxyd. H. Davy entdeckte 1811 ein Gas, das er wegen seiner tief gelben Farbe Euchlorin nannte, was später in Chloroxyd umgewandelt wurde. Man erhält es nach Davy, wenn chloresures Kali mit einem Gemenge aus gleichen Theilen Salzsäure und Wasser bis zu 25° im Wasserbad erwärmt wird. Es entwickelt sich dabei ein Gas von chlorartigem Geruch, das bleichend wirkt, von Wasser absorbiert wird und deshalb über Quecksilber aufgefangen werden muss. Es explodirt sehr leicht, oft schon von der Wärme der Hand und zerlegt sich dabei in seine Bestandtheile. Die nähere Untersuchung dieser Verbindung ist daher mit Gefahr verknüpft. Gay-Lussac und Davy fanden sie aus 2 Vol. Chlor und 1 Vol. Sauerstoff, ClO , zusammengesetzt. Später beschäftigte sich Soubeiran mit dem Chloroxyd, und zog aus seinen Versuchen den Schluss, dass das Chloroxyd ein Gemenge aus Chlor mit einer höheren Oxydationsstufe des Chlors sey, worin J. Davy ihm beistimmte. 1834 stellte Balard auf einem anderen Wege ein Gas dar, das dieselbe Zusammensetzung wie das Chloroxyd hat, und von dem er es mehr als wahrscheinlich machte, dass dasselbe mit den Alkalien die schon lange bekannten bleichenden Salze (s. Chloralkalien) bildet, wesshalb er es unterchlorige Säure (s. d.) nannte.

B.

Chlorphosphor. a) Superchlorür, PCl_3 . — 22,8 Ph.; 77,2 Chl.; eine leichtflüssige, klare Flüssigkeit, siedet bei 78° , wird von Wasser in Salzsäure und phosphorige Säure zerlegt. Spec. Gew. 1,45. Bildet sich, wenn man Chlor über erwärmten Phosphor leitet, so dass der entstandene Chlorphosphor sogleich abdestillirt, und stets Phosphor im Ueberschuss vorhanden ist. Ist Chlor im Ueberschuss, was bei fehlender Erwärmung eintritt, so erhält man das

b) Superchlorid, PCl_5 . — 15,06 Ph.; 84,94 Chl.; eine weisse, krystallinische Masse, die bei 148° kocht, und mit Wasser Salzsäure

und Phosphorsäure giebt. Spec. Gew. des Dampfes 4,79 (Mitscherlich). — Beide verbinden sich mit Ammoniak. (H. Rose in Pogg. Ann. XXIV. 308. 311.) B.

Chlorplatin. a) Chlorür, $PtCl = 1676,15$. — 73,59 Pl.; 26,41 Chl.; bleibt als ein grünlich graues Pulver zurück, wenn man Platinchlorid unter Umrühren bis zum Schmelzpunkt des Zinns erhitzt, wobei die Hälfte Chlor fortgeht. Es ist unlöslich in Wasser, löslich in kaustischem Kali und Salzsäure, wird in der Glühhitze zersetzt und verbindet sich mit basischen Chlormetallen. Ueber seine Einwirkung auf Alkohol s. Zeise in Pogg. Ann. XXI. 535. 543.

b) Chlorid, $PtCl_2 = 2118,80$. — 58,22 Pl.; 41,78 Chl.; entsteht, wenn man Platin in Königswasser auflöst. Die Auflösung ist röthlich gelb, und giebt beim Eindampfen eine schwarzbraune Masse, wasserfreies Platinchlorid. Löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether mit rothgelber Farbe, verwandelt sich beim Erhitzen in Chlorür und bei hoher Temperatur wird es in seine Bestandtheile zerlegt. Es reagirt sauer und verbindet sich mit den basischen Chlormetallen zu Doppelsalzen (oder Amphidsalzen, vergl. Chlorgold und im Artikel Salze: Haloidsalze), unter denen die mit Chlorkalium und Chlorammonium die wichtigsten sind. Beide Doppelsalze sind schwer löslich in Wasser, und fallen, wenn man eine Chlorplatinlösung in die eines Kali- oder Ammoniaksalzes bringt, als ein wasserfreies, gelbes Pulver nieder. Sind die Auflösungen verdünnt, so wird der Niederschlag krystallinisch. Man benutzt daher das Chlorplatin, um die Gegenwart des Kalis zu entdecken, und wendet es in Alkohol gelöst an, um den in Wasser schwer löslichen Niederschlag unlöslich zu machen. Umgekehrt lässt sich durch Salmiak oder Chlorkalium Platin in einer Auflösung entdecken. Natronsalze geben mit Chlorplatin keinen Niederschlag, da das Platinchlorid + Chlornatrium in Wasser und Alkohol leicht löslich ist, und aus der wässerigen Auflösung in schönen Krystallen mit 6 At. Krystallwasser anschießt. — Platinchlorid + Chlorammonium = $PtCl_2 + NH_4Cl$, Platinsalmiak, wird im Grossen dargestellt durch Fällung der Platinauflösung in Königswasser mittelst Salmiak, um metallisches Platin daraus zu erhalten (s. Platin). Andere Doppelverbindungen sind beschrieben in: Pogg. Ann. XI. 124. XVII. 250. XIX. 337. XXXVII. 408.

Das brennbare Chlorplatin von Zeise ist eine durch die Einwirkung von Platinchlorid auf Alkohol entstandene, nach Zeise aus 1 At. Aetherin und 2 At. Platinchlorür zusammengesetzte Verbindung. (Pogg. Ann. XXI. 497. XL. 234.) s. Elayplatin. B.

Chlorprobe s. Chlorometrie.

Chlorquecksilber. a) Chlorür (Calomel, Mercurius dulcis) $HgCl = 2974,30$. — 85,12 Q.; 14,88 Chl.; kommt als ein seltenes Mineral, Quecksilberhornerz, mit anderen Quecksilbererzen derb und in kleinen, dem quadratischen System angehörigen Krystallen vor. Wird dargestellt durch Fällung des salpetersauren Quecksilberoxyduls mittelst einer warmen Chlornatriumauflösung, oder durch Sublimation eines innigen Gemenges von Quecksilberchlorid mit $\frac{1}{4}$ Quecksilber,

wobei das Chlor auch das hinzugekommene Quecksilber aufnimmt. Enthält es Chlorid, so kann es durch Wasser, worin dieses löslich ist, davon befreit werden. Will man das Chlorür in sehr fein vertheiltem Zustand haben, so leitet man die Dämpfe desselben in einen mit heissem Wasser gefüllten Ballon.

Auf nassem Wege bereitet (Mercurius dulcis) ist es ein schweres, weisses Pulver, auf trockenem (Calomel) bildet es eine gelblich-weisse durchscheinende krystallinische Masse. Spec. Gew. 6,5, (Mitscherlich), nach Boullay 7,14. Unlöslich in Wasser, sublimirt sich in der Hitze, ohne zu schmelzen, wird vom Sonnenlicht geschwärzt. Das Gas ist unlöslich in Wasser, farblos, spec. Gew. 8,2 (Mitscherlich). Durch längeres Kochen mit Wasser oder Salzsäure zerlegt sich das Chlorür in Chlorid und Quecksilber. Es absorbirt, besonders das auf nassem Wege bereitete, Ammoniakgas und giebt damit eine schwarze Verbindung, $(\text{Hg Cl} + \text{N H}_3)$, welche beim Erwärmen oder längerem Liegen an der Luft das Ammoniak wieder verliert, und weisses Chlorür zurücklässt. (Pogg. Ann. XX. 158.) Ist Arzneimittel.

b) Chlorid (Sublimat, Mercurius sublimatus corrosivus), $\text{Hg Cl} = 1708,47$. — 74,09 Q.; 25,91 Chl. Gleiche Theile schwefelsaures Quecksilberoxyd und Chlornatrium werden innig gemengt und sublimirt.

Das sublimirte bildet weisse, durchscheinende, krystallinische, schüsselförmige Massen, spec. Gew. 5,42 (Boullay). Es schmilzt und kocht vor der Sublimation, spec. Gew. des Dampfes 9,42 (Mitscherlich), löst sich in 16 Th. kaltem und 3 Th. heissem Wasser, dergleichen in Alkohol auf. Aus der wässrigen Auflösung krystallisirt es in grossen zweigliedrigen Krystallen. Im Sonnenlicht wird die Auflösung in Chlorür und Salzsäure zerlegt, die ihren Wasserstoff aus dem Wasser erhält, wobei Sauerstoff frei wird. Salzsäure und Salpetersäure lösen es ohne Zersetzung auf. Es hat einen ätzenden Geschmack, ist höchst giftig und giebt mit Eiweiss einen unauflöslichen Niederschlag, daher Eiweiss das beste Gegengift. Es wirkt der Fäulniss organischer Körper entgegen, und wird desshalb bisweilen zur Conservation derselben benutzt. Sublimat ist ein wichtiges Arzneimittel; wird auch in der Kattundruckerei gebraucht.

Verbindungen. Wenn man Quecksilberchlorid mit kaustischem oder kohlen-saurem Kali oder Natron versetzt, so erhält man einen braunschwarzen Niederschlag, der eine Verbindung des Chlorids mit 4 At. Quecksilberoxyd ist. In der Auflösung sind dann Chlormetalle, und im letzten Fall auch doppelt kohlen-saure Alkalien. — Das Sublimat hat ausserdem eine grosse Neigung, mit anderen Chlormetallen Doppelsalze zu bilden, so mit Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium und vielen anderen.

Wird eine Sublimatauflösung mit Ammoniak versetzt, so entsteht das weisse Präcipitat (Mercurius praecipitatus albus), ein milchweisser, flockiger, in Wasser unlöslicher Niederschlag, der als eine Verbindung von Quecksilberchlorid mit Quecksilberamid angesehen werden kann, nach der Formel $\text{Hg Cl} + \text{Hg N H}_2$. Kocht man das weisse Präcipitat mit Wasser, so verwandelt es sich in ein gelbes, nicht ganz in Wasser unlösliches Pulver, welches als eine

Verbindung von 1 At. des weissen Präcipitats mit 2 At. Quecksilberoxyd zu betrachten ist. (Pogg. Ann. IX. 410. XLII. 367.) B.

Chlorsäure (überoxydirte Salzsäure) $\ddot{Cl} = 942,65$. — 46,96 Chl.; 53,04 S.: wurde zuerst von Gay-Lussac dargestellt.

Darstellung. Chlorsaures Kali wird aufgelöst und mit Kieselflussssäure so lange versetzt, als noch ein Niederschlag, Kieselfluorkalium, entsteht, oder man fällt aus einer Auflösung des chlorsauren Baryts die Baryterde durch Schwefelsäure. Die rückständige Flüssigkeit ist eine mehr oder minder verdünnte Auflösung von Chlorsäure, die man durch freiwilliges Verdunsten, am besten unter einer Glocke über Schwefelsäure oder durch sehr gelindes Erwärmen concentriren kann.

Eigenschaften. Die concentrirte Säure ist farblos, syrupsdick, sehr sauer, von schwachem Geruch. Lackmuspapier wird von ihr zuerst geröthet, dann gebleicht. Beim Erhitzen zersetzt sie sich in Chlor, Sauerstoff und Ueberchlorsäure, mit Salzsäure giebt sie Chlor und Wasser. Sie ist nur im wasserhaltigen Zustande bekannt. B.

Chlorsaliretin s. Saliretin.

Chlorsaure Salze, früher überoxydirt salzsaure Salze. Die Chlorsäure bildet mit Basen nur neutrale Salze. Diese sind alle leicht löslich in Wasser, mehrere zerfliessen an der Luft, das Kalisalz löst sich am schwersten. Sie bleichen nicht. In starker Hitze werden sie in Chlormetalle und Sauerstoff zerlegt, wesshalb man sich des chlorsauren Kalis (s. d.) auch zur Darstellung des Sauerstoffs bedient. Mit brennbaren Körpern, wie Schwefel, Phosphor, Kohle gemengt, detoniren sie heftig, wenn ein solches Gemisch erhitzt oder geschlagen wird. Auf glühende Kohlen gestreut verpuffen sie lebhaft wegen Entwicklung von Sauerstoff. B.

Chlorsaures Kali, $\ddot{KCl} = 1532,56$. — 38,49 Kali; 61,51 Chl.; überoxydirt salzsaures Kali, wurde 1786 von Berthollet entdeckt.

Darstellung. In eine Auflösung von kaustischem Kali wird so lange Chlorgas geleitet, bis Lackmuspapier gebleicht wird, wodurch Chlorkalium, chlorsaures Kali und unterchlorigsaures Kali sich bilden, von denen das letztere beim Abdampfen der Flüssigkeit sich in Chlorkalium und chlorsaures Kali zerlegt. Unter 6 Th. Kali geben 5 ihren Sauerstoff an das Chlor, welches mit dem 6ten Theil chlorsaures Kali bildet, während aus den übrigen 5 Chlorkalium wird. Statt des kaustischen Kalis kann man auch kohlen-saures Kali nehmen, dann aber bildet sich noch doppelt kohlen-saures Kali, indem die eine Hälfte kohlen-saures Kali der anderen ihre Kohlensäure abgiebt, und mit dem Chlor dann dieselben Produkte liefert wie vorher. Chlorkalium und chlorsaures Kali lassen sich leicht durch Auflösen in heissem Wasser von einander trennen. Das chlorsaure Kali ist schwer löslich, und krystallisirt beim Erkalten heraus. Auch durch Abdampfen von verdünntem Chlorkalk (unterchlorigsaure Kalkerde), wobei sich derselbe in Chlorcalcium und chlorsaure Kalkerde zerlegt, und Fällung der heissen Auflösung dieser Salze mit einer sie-

denden Lösung von Pottasche erhält man eine beträchtliche Menge chlorsaures Kali.

Eigenschaften. Es bildet perlmutterglänzende Schuppen, schmeckt salpeterartig, bedarf 16 Th. Wasser von gewöhnlicher Temperatur und noch nicht 2 Th. von 100° zu seiner Auflösung. Bei gelinder Hitze schmilzt es ohne Zersetzung, bei verstärkter giebt es 39 pCt. Sauerstoff ab und wird zu Chlorkalium. Bei einem gewissen Punkt dieser Zersetzung, wenn nämlich die Sauerstoffentwicklung sehr lebhaft wird, enthält die Masse viel überchlorsaures Kali. Werden brennbare Körper wie Schwefel, Phosphor u. a. mit chlorsaurem Kali gerieben oder das Gemenge geschlagen, so entstehen heftige Explosionen, wesshalb man derartige Versuche nur mit kleinen Mengen und vorsichtig anstellen darf. Mit rauchender und concentrirter Schwefelsäure in Berührung gebracht, zerlegt es sich in schwefelsaures Kali, Chlor und Sauerstoff, worauf seine Anwendung zu Zündhölzchen (s. d.) beruht. Chlorsaures Kali statt Salpéter zu Pulver anzuwenden, hat sich als nicht zweckmässig erwiesen, theils wegen der Gefahr bei der Darstellung und beim Gebrauch, theils wegen des schädlichen Einflusses, den das Chlor auf das Gewehr übt; dagegen findet es in der Feuerwerkerei häufige Anwendung. Spec. Gew. 1,989. B.

Chlorschwefel ist in fünf Verhältnissen bekannt. a) Die Verbindung mit der geringsten Menge Schwefel, S_2Cl_2 , wird erhalten, wenn man trockenes Chlorgas in eine Glaskugel leitet, in der sich Schwefelblumen befinden, die sich dabei erwärmen. Das Chlor wird schnell vom Schwefel absorbirt, das Ganze wird flüssig und besteht aus Chlorschwefel, worin Schwefel gelöst enthalten ist, von welchem man den Chlorschwefel abdestillirt. Er ist eine rothgelbe, unangenehm riechende Flüssigkeit von 1,687 spec. Gew., die bei 138° siedet und von Wasser in Salzsäure, schweflige Säure und Schwefel zersetzt wird.

b, c) Leitet man durch den Chlorschwefel Chlorgas, so wird eine bedeutende Menge davon absorbirt, es entsteht eine rothe Flüssigkeit, aus welcher sich gelbe Krystalle absetzen, die an der Luft stark rauchen und sich in Wasser, heftig zischend, zersetzen. Sie bestehen aus S_2Cl_2 . Die Flüssigkeit ist ein Gemenge aus Chlor und S_2Cl_2 , einer rothen bei 78° siedenden Flüssigkeit. Marchand Journ. f. prakt. Chem. XXII. 507. Spec. Gew. des Dampfes 4,658. Pogg. Ann. XXVII. 107.

d) Superchlorür, S_2Cl_4 , der schwefligen Säure entsprechend, entsteht durch Einwirkung des Chlors auf Schwefelzinn (SnS_2), in Verbindung mit Zinnchlorid, $SnCl_2 + 2S_2Cl_4$, eine gelbe, krystallinische Substanz. Man kennt sie ferner in Verbindung mit Titanchlorid, $TiCl_3 + 2S_2Cl_4$, mit Chlorantimon, $SbCl_3 + 3S_2Cl_4$, mit Chlorarsenik, $AsCl_3 + 3S_2Cl_4$ (H. Rose in Pogg. Ann. XLII. 517.)

e) Superchlorid, S_2Cl_6 , der Schwefelsäure proportional, entsteht in Verbindung mit Schwefelsäure (vergl. Chlormetalle), wenn man die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure in den flüssigen Chlorschwefel (a) leitet. Eine ölartige, wasserhelle, an der Luft rauchende Flüssigkeit, zusammengesetzt nach der Formel $S_2Cl_6 + 5SO_3$. Spec. Gew. 1,818 bei $+16^\circ$. Dieser Körper verbindet sich wieder

mit ähnlich zusammengesetzten, unter denen H. Rose die Verbindung mit phosphorsaurem Phosphorsuperchlorid und analoge Verbindungen des Zinns und Selens näher untersucht hat. (Pogg. Ann. XLIV. 291. XLVI. 167.) — Denselben Chlorschwefel mit 2 At. Schwefelsäure verbunden, $S\text{Cl}_2 + 2\text{SO}_3$, hat Regnault dargestellt. Diese Substanz ist flüssig, ihr Kochpunkt 77° , spec. Gew. 1,659 bei $+20^\circ$; spec. Gew. des Dampfes 4,665. (Ann. de Chim. et de Phys. LXXI. 445.) B.

Chlorschwefelacetyloxyd s. Chlorschwefeläther.

Chlorschwefeläther. Leitet man in den gechlorten Aether $\text{C}_4\text{H}_6\text{OCl}_2$ von Malaguti (Chloracetyloxyd) Schwefelwasserstoffgas und destillirt vorsichtig, so geseht das Destillat nach einigen Tagen zu einer krystallinischen Masse. Durch Krystallisation aus Alkohol trennt sich die Masse in Chlorschwefeläther und in geschwefelten Aether. s. Schwefelacetyloxyd. Die fettigen, übelriechenden Flitterchen bestehen aus $\text{C}_4\text{H}_6\text{OSCl}_2$; sind also aus dem Chloracetyloxyd durch Bildung von Cl_2H_2 und Aufnahme von S entstanden. Aus dem Chloracetyloxyd entsteht zu gleicher Zeit durch die doppelte Menge SH_2 ein chlorfreier Körper, Malaguti's geschwefelter Aether (Schwefelacetyloxyd) = $\text{C}_4\text{H}_6\text{OS}_2$. Journ. f. prakt. Chem. XVIII. p. 43. M.

Chlorsilber, $\text{AgCl} = 1794,26$. In 100 Th.: 75,33 S.; 24,67 Chl.; kommt auf Silbergängen in Sachsen, Mexiko, Peru u. a. a. O. sowohl derb, wie auch in regulären Formen: Würfel, Octaëder vor. Spec. Gew. 5,6, Hornerz oder Hornsilber.

Darstellung. Künstlich erhält man es als einen weissen, schweren, käseähnlichen Niederschlag, wenn man salpetersaures Silberoxyd mit Salzsäure, Kochsalz oder einem anderen auflöselichen Chlormetall vermischt. In der Glühhitze wird auch Salzsäure von Silber zerlegt (Boussingault), desgleichen Salmiak (Vogel) und es entsteht Chlorsilber.

Eigenschaften. In Wasser und verdünnten Säuren ist Chlorsilber unlöslich, am Licht wird es violett und schwärzt sich, was von einer Zersetzung herrührt, bei der sich Silber ausscheidet, wesshalb das Chlor an dunkeln Orten aufbewahrt werden muss. Es schmilzt bei 260° und erstarrt beim Erkalten zu einer krystallinischen, grauen Masse, die sich schneiden lässt. Es ist auflösbar in concentrirter Salzsäure, aus welcher es durch Wasser ausgefällt werden kann, in Chlornatriumauflösung, und leicht in Ammoniakgas. Beim Verdampfen dieser Lösungsmittel schießt es in Octaëdern an. Ammoniak wird nur langsam vom Chlorsilber absorhirt. (Pogg. Ann. XX. 157.) Mit kohlenurem Kali oder Natron, oder mit Kreide und Kohle geschmolzen, wird es reducirt, indem Chlormetalle sich bilden, auch mit Colophonium unter Bildung von Chlorwasserstoffsäure; desgleichen wenn es geschmolzen mit Eisen und Wasser in Berührung kommt, wobei das entstandene Eisenchlorür vom Wasser gelöst wird. Auf diesen Reductionen beruhen die verschiedenen Recepte, welche man giebt, um kupferne Gegenstände heiss zu versilbern. (s. Versilberung.) B.

Chlorspiroyl s. Salicylchlorid.

Chlorstickstoff wurde 1812 von Dulong entdeckt. Lässt man die etwas verdünnte Auflösung von Salmiak oder einem anderen Ammoniaksalze Chlorgas absorbiren, so bilden sich auf der Oberfläche ölartige, dunkelgelbe Tropfen, welche zu Boden sinken und Chlorstickstoff sind. Spec. Gew. 1,653, flüchtig, kann aber bei 71° in verschlossenen Gefässen destillirt werden, explodirt sehr heftig beim Erwärmen bis zu 100°, und zersetzt sich dabei in seine Bestandtheile, desgleichen in Berührung mit vielen Substanzen, namentlich Phosphor. Wegen der Gefahr, die mit der Darstellung und Behandlung dieses Körpers verknüpft ist, hat man seine Zusammensetzung noch nicht mit Sicherheit bestimmt, sie wird gewöhnlich der Formel NCl_3 entsprechend angenommen. B.

Chlorstrontium, Sr Cl . — 55,28 Str.; 44,72 Chl. Wird erhalten durch Auflösen des kohlen-sauren Strontians in Salzsäure. Das Salz schießt aus der Auflösung mit 40,54 pCt. oder 6 At. Wasser in farblosen, nadelförmigen Krystallen an, die an der Luft feucht werden, und in Wasser und Alkohol löslich sind. Von Alkohol sind 19 Th. kochend oder 24 Th. von gewöhnlicher Temperatur erforderlich, wogegen Chlorbarium fast unlöslich in Alkohol ist. Wasserfreies Chlorstrontium verbindet sich mit Ammoniak, in der Glühhitze wird es zersetzt und alkalisch. (Kraus). Es färbt die Flamme brennender Körper roth, und wird daher gebraucht, um bei Feuerwerken rothes Licht hervorzubringen. B.

Chlortantal, TaCl_5 . Tantal in Chlorgas gebracht, entzündet sich darin, und giebt ein dunkelgelbes Gas, das sich zu einer pulverförmigen, blass-strohgelben Masse condensirt, die von Wasser mit Zischen in Salzsäure und Tantalsäure zerlegt wird. (Berzelius). B.

Chlortereben und die dahin gehörenden Verbindungen s. unter Tereben. M.

Chlortitan, (Titanchlorid), TiCl_4 . — 25,54 T.; 74,76 Chl.; entsteht, wenn Chlor über erhitztes Titan, oder ein Gemenge von Kohle und Titansäure (Rutil) geleitet wird. Eine farblose Flüssigkeit, schwerer als Wasser, dampft an der Luft, indem sie Wasser anzieht, kocht bei 135°, spec. Gew. des gasförmigen Chlortitans 7,047 berechnet; gefunden 6,836 (Dumas). Aus der Flüssigkeit, die Wasser aus der Luft angezogen hat, setzen sich wasserhaltige Krystalle von Chlortitan ab. Bringt man zum Chlortitan eine kleine Menge Wasser, so entweicht Chlor mit Heftigkeit, es bildet sich wasserhaltiges, krystallirtes Chlortitan, das durch weiteren Zusatz von Wasser in Salzsäure und Titansäure zerlegt wird. Chlortitan verbindet sich mit Ammoniak, (Pogg. Ann. XVI. 57. XX. 164.) Phosphorwasserstoff (Pogg. Ann. XXIV. 141. 145.) und Schwefel (s. Chlorschwefel b.) B.

Chlorür ist die dem Oxydul eines Metalls oder zusammengesetzten Radicals entsprechende Chlorverbindung. Vgl. Chlorid. M.

Chlorvalerinsäure und die dahin gehörenden Verbindungen s. unter Valerianasäure. M.

Chlorwasserstoffäther s. Aethylchlorür.

Chlorwasserstoffsäure, salzsaures Gas,

Chlor	2 At.	442,650	97,26	$\frac{1}{2}$ Vol.	$= \frac{2,4403}{2} = 1,2201$
Wasserstoff	2 -	12,479	2,74	$\frac{1}{2}$ -	$= \frac{0,0688}{2} = 0,0344$
<hr/>		<hr/>		<hr/>	
ClH		455,129	100,00	1 -	(spec. Gew.) = 1,2545

findet sich unter den Gasen, die von Vulkanen ausgehaucht werden, jedoch nicht bei den amerikanischen. (Pogg. Ann. XXXI. 155.) Die Auflösung der Chlorwasserstoffsäure ist schon sehr lange unter dem Namen Salzsäure bekannt, die gasförmige wurde durch Priestley entdeckt, und H. Davy wies 1810 nach, dass sie keine Sauerstoffsäure sey, wofür man sie bis dahin gehalten, sondern aus Chlor und Wasserstoff bestehe. — Wegen der grossen Verwandtschaft, die diese zwei Körper haben, bildet sich Chlorwasserstoffsäure überall da sehr leicht, wo Chlor auf wasserstoffhaltige Körper wirkt.

Darstellung. Gleiche Maasse Chlor und Wasserstoffgas gemischt, verbinden sich im Dunkeln nicht, beim Tageslicht allmählig und ohne Verdichtung, in der Sonne mit Explosion, desgleichen wenn man durch das Gemenge einen elektrischen Funken gehen lässt. Gewöhnlich bereitet man sich dies Gas aus Chlornatrium (*NaCl*) und verdünnter Schwefelsäure. Das Wasser derselben wird zerlegt, der Sauerstoff tritt an das Natrium, es entsteht schwefelsaures Natron, das frei gewordene Wasserstoffgas verbindet sich mit dem Chlor zu Chlorwasserstoffsäure, (*ClH*), die man über Quecksilber auffangen muss, da sie von Wasser in grosser Menge absorbiert wird.

Eigenschaften. Farbloses Gas von erstickendem Geruch, zieht aus der Luft Wasser an, mit dem es sich condensirt und bildet daher Nebel. Wird durch Hitze und glühende Kohlen nicht zerlegt; theilweise aber, wenn man durch ein Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und Sauerstoff elektrische Funken lässt, wobei sich Wasser bildet und Chlor frei wird. Metalloxyde werden darin zu Chlormetallen, und es entsteht Wasser; bei einigen z. B. Baryterde, geschieht diese gegenseitige Zersetzung unter Lichtentwicklung. Metalle, welche Wasser zersetzen, wie Zink oder Eisen, entziehen dem Gase das Chlor, und hinterlassen reines Wasserstoffgas. Bei einem Druck von 40 Atmosph. und 10° C. wird Chlorwasserstoffsäure ein farbloses Liquidum (H. Davy). Von Wasser wird es in beträchtlicher Menge absorbiert; diese Auflösung ist die

Salzsäure. 1 Maass Wasser von nahe 0° absorbiert 464 Maass Chlorwasserstoffgas, wodurch sein spec. Gew. auf 1,21 steigt. In diesem concentrirten Zustande, concentrirte Salzsäure, enthält es 42,43 pCt. salzsaures Gas (E. Davy.) Im Grossen stellt man sie dadurch dar, dass Chlorwasserstoffgas aus eisernen Retorten oder Cylindern oder auch grossen Glasretorten entwickelt, und in einen Woulfschen Apparat geleitet wird, dessen Flaschen zur Hälfte mit Wasser

gefüllt sind. Das Gas wird aus Kochsalz und Schwefelsäure bereitet. Will man die Salzsäure rein haben, so stellt man sie in gläsernen Apparaten aus reinen Materialien dar. Die im Handel vorkommende ist gewöhnlich gelb, was von Eisen oder organischen Stoffen herrührt. Die reine Säure ist farblos, von stark saurem Geschmack, raucht an der Luft, indem sich chlorwasserstoffsäures Gas aus ihr verflüchtigt. Daher hat sie gewöhnlich auch nur ein spec. Gew. von 1,19, enthält 38 pCt. salzsaures Gas und siedet bei 60°. Beim Sieden entweicht beständig Gas, sie wird also verdünnter und ihr Siedepunkt steigt. Bei 110° ist das spec. Gew. nur noch 1,09, und die Säure destillirt nun ohne weitere Verdünnung über; sie enthält dann 18 pCt. salzsaures Gas. Verdünnte Salzsäure raucht nicht. Ist Salzsäure in vielem Wasser enthalten, so geht beim Sieden zuerst dieses fort, bis das spec. Gew. auf 1,094 gestiegen ist, wo die Säure überdestillirt. Ure und E. Davy haben Tafeln entworfen, auf welchen neben dem specifischen Gewichte einer Salzsäure der Gehalt an salzsaurem Gas angegeben ist. Diese Tafeln finden sich in Berzelius Lebrbuch. II. Schubert's techn. Chem. I. 200. 3te Aufl.; Graham's Lehrb. der Chem., deutsch von Otto. II. 216.

Da die chemischen Eigenschaften der Chlorwasserstoffsäure durch die Auflösung im Wesentlichen nicht geändert werden, so wird die Anwendbarkeit der an sich gasförmigen Chlorwasserstoffsäure in der flüssigen Form von Salzsäure ausserordentlich erhöht. Metalloxyde lösen sich darin auf, wobei Wasser und Chlormetalle (s. d.), Haloïdsalze, gebildet werden. Diejenigen Metalle, welche durch eine verdünnte Sauerstoffsäure unter Entwicklung von Wasserstoff sich lösen, thun diess auch in der Salzsäure, der Wasserstoff rührt aber hier von der zersetzten Chlorwasserstoffsäure, nicht vom zerlegten Wasser, her. Da also die Erscheinung (nämlich die Bildung von Salzen, Entwicklung von Wasserstoff) hier ganz so ist wie bei Sauerstoffsäuren, obgleich der innere Vorgang ein anderer, so ist es begreiflich, dass man sich erst spät und nicht leicht von der Ansicht lossagte, welche die Wasserstoffsäuren und Haloïdsalze für Sauerstoffverbindungen nahm. Aus jener Zeit schreiben sich auch noch die Benennungen salzsaures Natron, salzsaure Kalkerde u. s. w., für Chlornatrium, Chlorcalcium u. s. w. her, die auch jetzt noch üblich sind, und die Erklärung gewisser Processe vereinfachen können, wenn man sich bei der Auflösung eines Haloïdsalzes z. B. Chlorcalcium vorstellt, dass der Sauerstoff aus dem Wasser an das Calcium, der Wasserstoff an das Chlor tritt, und die Auflösung wirklich Chlorwasserstoffsäure + Kalkerde enthalte. Ohne Weiteres ergiebt sich dann z. B., wie durch eine stärkere Säure die Chlorwasserstoffsäure, durch eine stärkere Basis die Kalkerde ausgetrieben wird.

B.

Chlorwismuth (Wismuthbutter), $BiCl = 1329,57$. — $66,71 W$.; $33,29 Cl$. Wismuth verbindet sich direct mit Chlor unter Feuererscheinung, man kann die Verbindung auch durch Destillation von 1 Th. Wismuth mit 2 Th. Quecksilberchlorid erhalten. Das Destillat ist eine grauweiße, unkrystallinische Masse, die beim Erwärmen dickflüssig wird und destillirt werden kann. An der Luft zieht sie Wasser an. Erwärmt, absorbirt sie Ammoniak (Persoz). In Wasser wird

das Salz in ein unlösliches basisches und auflösliches saures zerlegt. Jacquelin hat krystallisirte Doppelsalze von Chlorwismuth mit Chlorkalium, Chlornatrium und Chlorammonium dargestellt. (Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. 113.)

Setzt man zu einer verdünnten Kochsalzlösung die Auflösung von salpetersaurem Wismuthoxyd, so fällt ein weisses, sehr lockeres Pulver nieder, das als Schminke gebraucht wird und basisches Chlorwismuth ist, $\text{BiCl} + 2\text{BiO} + \text{HO}$. Giesst man die Wismuthauflösung in sehr verdünnte Salzsäure, so erhält man denselben Niederschlag in zarten, weissen Schuppen, Perlweiss, Blanc de perle. B.

Chlorwolfram. a) Chlorid, WCl_2 . Wird Wolfram in einem Strom von Chlorgas erhitzt, so entzündet es sich darin und die Verbindung condensirt sich zu dunkelrothen, nadelförmigen Krystallen. Von Wasser wird sie in Wolframoxyd und Salzsäure zerlegt.

b) Das Superchlorid, nur in Verbindung mit Wolframsäure bekannt, $2\text{W} + \text{WCl}_3$, entsteht durch Erhitzen von Wolframoxyd in Chlorgas, wobei man es in gelben, sublimirbaren Krystallen erhält, die von Wasser in Wolframsäure und Salzsäure, und beim plötzlichen Erhitzen in Wolframsäure, Chlorid und Chlor zerlegt werden. Beide sind von Wöhler entdeckt; die wahre Zusammensetzung des Superchlorids wurde von Rose ermittelt. (Pogg. Ann. II. 356. XL. 395.) B.

Chloryl, ein von Laurent entdeckter Körper, welcher sich bei der Zersetzung des essigsauren Holzäthers durch Chlor bildet, jedoch nicht vollständig untersucht ist. Journ. f. prakt. Chem. XI. p. 137. M.

Chlorzink (Zinkbutter), $\text{ZnCl} = 845,88$. — 47,67 Z.; 52,33 Chl.; wird auf trockenem Wege durch Destillation von Zinkspähnen mit Quecksilberchlorid dargestellt, wobei Quecksilber überdestillirt, oder man löst Zink in Salzsäure. Im ersten Fall erhält man ein weisslich graues, durchscheinendes Destillat, das bei 100° schmilzt und in der Rothglühhitze sich verflüchtigt. Das auf nassem Wege bereitete giebt beim Eindampfen eine weisse Salzmasse, und kann nur dadurch zum Krystallisiren gebracht werden, dass man die Auflösung bis zur Syrupsdicke abdampft und Salzsäure zusetzt, um die Bildung eines basischen Salzes zu vermeiden. Beim Erkalten schießt es in kleinen octaëdrischen, an der Luft sehr zerfliesslichen Krystallen an, die 1 At. oder 12 pCt. Wasser enthalten und beim Erwärmen schmelzen, wobei sie Salzsäure und Wasser abgeben. Chlorzink verbindet sich mit Ammoniak, (Schindler: Geiger's Magaz. XXXVI. 43. Persoz: Ann. de Chim. et de Phys. XLIV. 324. Kane: Journ. f. prakt. Chem. XV. 279.) und mit Leim zu einer dem Vogelleim ähnlichen Masse. Man gebraucht es in der Färberei. — Gleiche Atomgewichte Chlorzink und Chlorammonium aufgelöst und vermischt geben ein Doppelsalz, das Metallflächen sehr gut reinigt. (Berzelius Jahresbericht. XX. 151.) B.

Chlorzinn. a) Chlorür (Zinnsalz) $\text{Sn Cl} = 1177,95. - 62,42\text{Z.};$
37,58 Chl.

Darstellung. Das wasserfreie erhält man, wenn Zinnspähe in chlorwasserstoffsäurem Gase erhitzt, oder mit eben so viel Quecksilber gemengt und destillirt werden. Bei der Rothglühhitze geht die Verbindung über. — Das wasserhaltige stellt man durch Auflösen von Zinn in warmer Salzsäure dar, wobei ein sehr übelriechendes Wasserstoffgas sich entwickelt, wenn das Zinn arsenikhaltig ist. Das Auflösen geschieht in gläsernen Retorten oder kupfernen Kesseln, die von der Salzsäure nicht angegriffen werden, da Kupfer in Berührung mit Zinn negativ elektrisch wird. Das Zinn muss stets in Ueberschuss vorhanden sein, damit sich kein Chlorid bilden kann. Aus der abgedampften Auflösung schießt das Salz in grossen farblosen Krystallen mit 8,72 pCt. oder 1 At. Wasser an.

Eigenschaften. Das wasserfreie Chlorür ist eine graue, im Bruch glasige, schmelzbare Masse, die bei der Rothgluth dampfförmig wird. Das krystallisirte, wasserhaltige wird an der Luft feucht, hat einen unangenehmen, metallischen Geruch und Geschmack, löst sich in wenig Wasser vollkommen, in vielem aber wird es in auflösliches saures und in ein unauflösliches basisches zerlegt. Durch Zusatz von Salzsäure oder Salmiak kann diese Zersetzung verhindert werden. Die Auflösung ist giftig, zieht aus der Luft Sauerstoff an und trübt sich, indem sich Zinnoxid absetzt, während das rückständige Chlorür durch das frei gewordene Chlor in Chlorid umgeändert wird. Die Neigung des Zinnchlorürs, Sauerstoff aufzunehmen, ist so gross, dass die Säuren des Arsens, die Silber- und Quecksilbersalze zu Metall und die Oxydsalze von Mangan, Eisen und Kupfer zu Oxydulsalzen reducirt werden. Auch auf organische Körper wirkt es reducirend. Man gebraucht das Zinnsalz vorzugsweise in der Färberei und Kattundruckerei.

b) Chlorid (Spiritus Libavii fumans), $\text{Sn Cl}_2 = 1620,60. -$
45,37 Z.; 54,63 Chl.

Darstellung. 4 Th. Quecksilberchlorid und 1 Th. Zinnfeile werden gemengt und überdestillirt in eine kühl gehaltene Vorlage. Dieselbe Verbindung entsteht auch, wenn man Chlor auf Zinn oder Zinnchlorür leitet. — Das wasserhaltige Chlorid erhält man durch Auflösen des Zinns in Königswasser, oder wenn man Chlor in Ueberschuss in eine Zinnchlorürauflösung leitet. Die Seidenfärber bereiten es auch durch Mischen von Salpetersäure, Salmiak und Zinn, von denen die beiden ersten beim gegenseitigen Einwirken Königswasser geben, worin sich das Zinn auflöst. Nach dem Abdampfen der Auflösung krystallisirt das Salz.

Eigenschaften. Das wasserfreie Chlorid ist eine farblose, stark rauchende Flüssigkeit, die Ammoniak leicht absorbirt, bei 120° siedet, an der Luft Wasser anzieht und dann Krystalle absetzt. Spec. Gew. der Flüssigkeit 2,28, ihres Dampfes 9,1997 gefunden, berechnet 8,993. (Dumas). Giesst man etwa $\frac{1}{3}$ vom Gewicht des Chlorids Wasser darauf, so erstarrt das Ganze zu einer weissen Masse, welche das wasserhaltige Chlorid ist. Auf nassem Wege dargestellt und aus der concentrirten Auflösung krystallisirt, bildet es nadelförmige, zerfliessliche Krystalle, die von wenig Wasser vollkommen aufgelöst, von einer

grösseren Menge aber in basisches unauflösliches und saures lösliches Salz zerlegt werden. Die Auflösung oxydirt sich nicht an der Luft und wirkt nicht reducirend. Zinnchlorid verbindet sich mit Ammoniak (Pogg. Ann. XX. 164.), mit Chlorschwefel (Pogg. Ann. XLII. 517.) und mit Chlorjod. (Journ. f. prakt. Chem. XI. 251.) Zinnchlorid macht einen wesentlichen Bestandtheil der zum Scharlachfärben angewendeten Compositionen aus, und wird auch in der Kattendruckerei gebraucht. B.

Cholestearin. Gallensteinfett, Gallenfett. Von Gren zuerst in den Gallensteinen wahrgenommen 1788, ist indessen in dem ganzen thierischen Körper verbreitet. Marchand: Journ. f. prakt. Chem. XVI. 39. Es kommt in der Galle vor, in dem Blute, Gehirn und Rückenmark; in vielen pathologischen Absonderungen und Gebilden, Markschwamm, Abscessen, hydropischen Flüssigkeiten u. s. w. Vergl. Simon: med. Chem. I. 284. Zusammensetzung ist von Saussure (Ann. de Chim. et de Phys. XIII. 344.), Chevreul (sur les corps gras. 153.), Couërbe (Ann. de Chim. et de Phys. LVI. 183.) und Marchand (a. a. O.) übereinstimmend gefunden. Marchand wies durch die Analyse nach, dass die Gallenfette aus den verschiedenen Theilen des Körpers genommen, dieselben Körper seyen. Die Formel $C_{26}H_{44}O = 83,88 C; 11,82 H; 4,30 O$ (das At. von $C = 75$, und das von $H = 6,25$ angenommen) stimmt mit allen Analysen. Payen fand dieselbe Zusammensetzung. Journ. f. prakt. Chem. XXIII. 189.

Darstellung. Am besten aus weissen Gallensteinen, welche oft ganz daraus bestehen, und ein strahlig krystallinisches Gefüge zu besitzen pflegen. Man kocht die gepulverten Steine mehrmals mit Wasser aus, zieht sie sodann mit einer sehr grossen Menge kochenden Alkohols aus, weil sonst die Masse schon beim Filtriren völlig erstarrt. Der Alkohol wird abdestillirt und das ausgeschiedene Fett ausgepresst und wiederholt mit kaltem Alkohol gewaschen. Fürchtet man etwa Verunreinigung durch eine fette Säure, so setzt man zu der alkoholischen Lösung etwas kaustisches Kali, welches mit der Säure verbunden in der Lösung bleibt. Aus dem Gehirn ist es schwerer ganz rein zu erhalten.

Eigenschaften. Beim langsamen Erkalten der Auflösungen krystallisirt es in perlmutterglänzenden Blättchen, deren Gegenwart man in der hydropischen Flüssigkeit u. s. w. sogleich an ihrem eigenthümlichen Glanz erkennt, wenn sie darin suspendirt sind. Nach Pleischl sollen sie dem zwei und zweigliedrigen Systeme angehören. Zusammengepresst haben sie starken Atlasglanz. Es ist geschmacklos und geruchlos, in Wasser unlöslich, löslich in Alkohol und Aether, leicht, wenn diese heiss sind. Es schmilzt bei $+137^{\circ}$ und verliert dabei 5,2 pCt. Wasser, ohne sein Ansehen dabei zu verändern. Im luftleeren Raum lässt es sich fast unzersetzt sublimiren. Selbst anhaltendes Kochen mit Kalilauge verändert es nicht. An der Luft brennt es wie Wachs mit sehr heller Flamme.

Schwefelsäure färbt es unter Zersetzung braun. Salpetersäure verwandelt es beim Sieden in eine Säure, Cholestearinsäure. M.

Cholesteearinsäure, Gallenfettsäure. Von Pelletier und Caventou entdeckt, (Ann. de Chim. et de Phys. VI. 401.) von Pelletier analysirt: $C_{13}H_{20}N_2O_6$. (Ann. de Chim. et de Phys. LI. 182.) Die Formel steht in keiner Beziehung zu der Zusammensetzung des Cholesteearins, und muss wahrscheinlich berichtigt werden. Man erhält die Säure durch Kochen von Gallenfett mit rauchender Salpetersäure, bis die Einwirkung aufgehört hat. Sie scheidet sich beim Erkalten von selbst, und der Rest beim Vermischen mit Wasser ab. Aus Alkohol schießt sie in gelben, glänzenden Nadeln an, welche bei $+58^\circ$ schmelzen, wenig sauer reagiren, schwach styptisch schmecken. Mit Alkalien bilden sie gelbe, in Wasser leicht lösliche, mit den Erden hingegen schwer lösliche Salze. M.

Chondrigen. Die organische Substanz, welche durch Kochen in den Knorpelleim, Chondrin, verwandelt wird, ist von mir Chondrigen genannt worden. s. Marchand's Phys. Chem. p. 141. M.

Chondrin s. Knorpelleim.

Chondrodit findet sich gewöhnlich in rundlichen Körnchen, worauf der von $\chi\acute{o}\nu\delta\acute{o}\varsigma$ (Graupe) abgeleitete Name hindeutet. Krystalle, (2+1) gliedrige Säulen von $147^\circ 48'$, sind selten. Farbe: braun-gelb, hyacinthroth, olivengrün, Härte nahe dem Quarz, spec. Gew. 3,2. Unschmelzbar vor dem Löthrohr, von Säuren vollkommen zersetzbar. Seybert hat den Chondrodit von New Jersey (1), Thomson den von Eden in New-York (2), analysirt:

	Kieselsäure.	Flusssäure.	Talkerde.	Eisenoxyd.	Kali.	Wasser.
(1)	32,66	4,08	54,00	2,33	2,11	1,00
(2)	36,00	3,75	53,64	3,97	—	1,62

Aus diesen Analysen lässt sich mit Sicherheit noch keine Formel aufstellen. — Chondrodit kommt vor im körnigen Kalk in Nordamerika (Sparta, Eden), zu Ersby im Kirchspiel Pargas in Finland, Boden bei Marienberg im Erzgebirge und am Vesuv. Der amerikanische wurde zuerst bekannt, und nach seinem Entdecker Bruce, Brucit, von Seybert Maclureit genannt. B.

Chrom, von $\chi\rho\acute{o}\mu\alpha$ Farbe, in Bezug auf die schöne Farbe der chromsauren Salze. $Cr=351,815$ wurde 1797 von Vauquelin in dem Rothbleierz entdeckt. Es kommt selten und stets oxydirt vor, am häufigsten ist unter seinen Erzen der Chromeisenstein. Man erhält Chrom als ein dunkelbraunes Pulver, wenn über glühendes Chromchlorid Ammoniak geleitet wird. (Liebig.) Reducirt man aber Chromoxyd durch Kohle, wozu die stärkste Weissgluth gehört, so erhält man es mehr oder minder vollkommen geschmolzen. In diesem Zustande ist es grauweiss, wenig glänzend, spröde, äusserst streng flüssig, verändert sich nicht an der Luft, und wird von Säuren mit Ausnahme der Flusssäure nicht angegriffen. Spec. Gew. 5,9. Es hat ein Oxyd und eine Säure, und man kennt Verbindungen mit Schwefel, Phosphor, Eisen und den Salzbildern. B.

Chromalaun, ein Alaun, worin die Thonerde durch das mit ihr isomorphe Chromoxyd vertreten ist; krystallisirt in tiefpurpurfarbenen Oktaëdern, die Auflösung wird schon vor der Siedhitze zerlegt. Man erhält dieses Doppelsalz durch Zusammenmischen von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Chromoxyd, oder am leichtesten nach Fischer, wenn 1 Th. neutrales chromsaures Kali, $\frac{1}{2}$ Th. Schwefelsäure und 2 Th. Alkohol mit einander gemischt werden, wobei die Chromsäure die Hälfte ihres Sauerstoffs abgiebt. Bildung. S. Marchand in Pogg. Ann. XLI. 594. B.

Chromatische Polarisation s. Polarisation.

Chromatischer halber Ton, gleichbedeutend mit übermässiger Prime. S. halber Ton.

Chromatische Töne nennt man diejenigen, welche aus den sieben Hauptönen *c, d, e, f, g, a, h* durch Erhöhung oder Erniedrigung abgeleitet werden, und danach ihre Bezeichnung und Benennung erhalten. S.

Chromatische Tonleiter nennt man eine Fortschreitung in lauter halben Tönen, welche entsteht, wenn man in einer diatonischen Tonleiter jeden ganzen Ton in zwei halbe, nämlich einen chromatischen und einen diatonischen theilt. S.

Chromeisenstein bildet gewöhnlich schwarze, schwach metallische, etwas fettglänzende derbe Massen, eingesprengt im Serpentin; sehr selten sind reguläre Oktaëder. Magnetisch, spec. Gew. 4,5. Vor dem Löthrohr ist Chromeisenstein unveränderlich, von Säuren nur wenig angreifbar. Besteht aus Chromoxyd und Eisenoxydul ($\text{Fe}\text{Ör}$), enthält aber gewöhnlich Thonerde, welche einen Theil Chromoxyd ersetzt, und in geringer Menge Oxyde, welche Eisenoxydul vertreten, namentlich Talkerde. Chromeisenstein findet sich bei Frankenstein in Schlesien, auf den Shetlandsinseln (Unst), Newhaven u. a. a. O. in Nordamerika und im Ural. Er ist das gewöhnlichste Chromerz, das zur Darstellung der Chrompräparate, namentlich des chromsauren Kalis dient. B.

Chromgrün ist Chromoxyd.

Chromocker ein von Chromoxyd grün oder blässgelb gefärbter Thon, der kleine Höhlungen im Chromeisenstein überzieht oder ausfüllt. Insel Unst. B.

Chromoxyd (braunes, auch Superoxyd). $3\text{Ör} = \text{Ör}\text{Ör}$, entsteht bei gelindem Erhitzen des salpetersauren Chromoxyds, oder beim Vermischen der Auflösung eines Chromoxydsalzes mit chromsaurem Kali. Es ist ein rothbraunes Pulver, das sowohl als eine eigene Oxydationsstufe, ein Superoxyd, als auch als chromsaures Chromoxyd angesehen werden kann. Maus, Pogg. Ann. IX. 127. B.

Chromoxyd (grünes, früher Oxydul). $\bar{C}r = 1003,63$. In 100 : 70,11 Chr.; 29,89 Sauerst.

Darstellung. Gleiche Theile doppelt chromsaures Kali, kohlen-saures Kali und Salmiak (Chlorammonium) werden geglüht. Die Chrom-säure giebt die Hälfte ihres Sauerstoffs an den Wasserstoff des Am-moniums, Wasser, Stickgas und Kohlensäure entweichen, und Chrom-oxyd mit Chlorkalium bleiben zurück, von denen das letztere durch Auswaschen mit Wasser entfernt wird. Das so bereitete Chromoxyd ist ein unkrystallinisches Pulver, von vorzüglich schöner Farbe erhält man es nach Liebig durch Glühen des Chromchlorids in offenen Gefäßen. — Wird flüssiges Chromsuperchlorid, eine Verbindung von Chromsuperchlorid mit Chromsäure, in eine kleine Retorte gefüllt, deren Hals in die Kugel eines glühenden irdenen Kolbens reicht, und nun gekocht, so werden die Dämpfe in dem heissen Retortenhals in Chlor, Sauerstoff und Chromoxyd zerlegt, von denen das letztere in prächtigen Krystallen sich in dem Retortenhals ansetzt. (Wöhler in Pogg. Ann. XXXIII. 341.)

Eigenschaften. Das pulverförmige Chromoxyd ist grün, löslich in verdünnten Säuren, feuerbeständig, nach dem Glühen in Säuren mit Ausnahme der Schwefelsäure unlöslich. Die Krystalle sind dunkelgrün, fast schwarz, ritzen Bergkrystall und Topas, und haben die Form des krystallisirten Eisenoxyds und der krystallisirten Thonerde, mit denen Chromoxyd isomorph ist. Spec. Gew. dieser Krystalle 5,21. Chromoxyd wird von Kohle nur in der strengsten Weissgluth reducirt. Es wird als grüne Farbe (Chromgrün, grüner Zinnober) und wegen seiner Feuerbeständigkeit in der Porzellanmalerei unter der Glasur gebraucht; auch ist es der färbende Bestandtheil des Smaragds. Die Chromsalze sind schön grün gefärbt, aus den auflöslichen fällt Ammoniak ein graugrünes Hydrat, Schwefelwasserstoff bringt keinen, Hydrothion-Ammoniak einen grünlichen Niederschlag von Chromoxyd hervor.

B.

Chromsäure. $\bar{C}r = 651,81$. In 100 Th. : 53,97 Chr.; 46,03 Sauerst.

Darstellung. Man destillirt in einem Platingefäße 4 Th. chrom-saures Kali, 3 Th. gepulverten Flussspath und 5 Th. rauchende Schwefelsäure. Es entsteht schwefelsaures Bleioxyd und Chromsuperfluorid. Letzteres leitet man in die feuchte Luft eines Platingefäßes, dessen Boden mit Wasser bedeckt ist, worin es in Flusssäure und Chrom-säure sich zerlegt, die um das Gefäß wie eine rothe wollige Efflores-cenz sich ansetzt. Die Flusssäure löst sich im Wasser auf. Weniger umständlich erhält man die Chromsäure, wenn man zur Auflösung von chromsaurem Kali so lange Kieselflusssäure setzt, als noch Kiesel-fluorkalium niederfällt. Die in der Auflösung befindliche Chrom-säure wird abgedampft. (Maus.) Versetzt man doppelt chromsaures Kali mit concentrirter Schwefelsäure, so wird Chromsäure als ein rothes Mehl gefällt, von dem man die Flüssigkeit durch Glaspulver abfiltrirt. Durch Umkrystallisiren wird sie rein. (Fritzsche.)

Eigenschaften. Haarfeine Krystalle oder rothbraune Masse, zerfließt an der Luft und löst sich mit gelbbrauner Farbe in Wasser. Sie ist schmelzbar, in höherer Temperatur aber wird sie in

Sauerstoff und Chromoxyd zerlegt, dasselbe geschieht in Berührung mit leicht oxydirbaren, namentlich vielen organischen Stoffen. Mit Salzsäure gekocht entwickelt sie Chlor. Sie geht mit Schwefelsäure eine rothe Verbindung ein. Ihre Salze sind schön gelb oder roth gefärbt, die mit alkalischer Basis sind auflöslich und geben mit Bleisalzen einen orangegelben, mit Silbersalzen einen purpurrothen Niederschlag. B.

Chromsaures Bleioxyd, a) neutrales (Pb Cr) kommt als Rothbleierz, Bleichromat, auf Gängen zu Beresowsk am Ural und in Brasilien in (2 + 1) gliedrigen Säulen von $93^\circ 44'$ vor, die beim Zerreiben ein orangegelbes Pulver geben. Ausser krystallisirt, derb und eingesprengt. Etwas weicher als Kalkspath, diamantglänzend, hyacinth- und morgenroth, durchscheinend, spec. Gew. 6,0 — 6,1. Wird beim Erhitzen schwärzlich und undurchsichtig, erlangt aber beim Erkalten die früheren Eigenschaften wieder. Schmelzbar, wird durch Salzsäure zersetzt. — Künstlich stellt man es dar durch Zersetzung von neutralem oder saurem chromsauren Kali mit einem auflöslichen Bleisalz, z. B. essigsauerm Bleioxyd. Der gelbe Niederschlag erhält mit zunehmender Concentration der gemischten Flüssigkeiten eine dunklere Färbung. (s. b.) Chromsaures Bleioxyd ist eine der schönsten gelben Farben, und im Handel unter dem Namen Chromgelb bekannt. Ueber Reduction dess. Journ. f. pr. Chem. XIX. 65.

b) Basisch ($\text{Pb}_2 \text{Cr}$) Chromroth. Man schüttet neutrales chromsaures Bleioxyd in geschmolzenen Salpeter. Die Salpetersäure entweicht, und das entstandene chromsaure Kali wird ausgewaschen. Der Rückstand ist basisch chromsaures Bleioxyd. (Liebig und Wöhler.) Oder man digerirt das neutrale chromsaure Bleioxyd mit Kali oder chromsaurem Kali, welche einen Theil Chromsäure aus dem Bleisalz fortnehmen. Es ist ein zinnoberrothes Pulver, das als Farbstoff dient, und mit dem neutralen Salze gemengt die mannigfaltigsten Nüancen von Orange hervorbringt. B.

Chromsaures Kali, a) neutral K Cr . Chromeisenstein wird zermahlen, geschlemmt, mit Pottasche und Salpeter gemengt und geschmolzen. Durch den Salpeter werden Chromoxyd und Eisenoxydul höher oxydirt, jenes zu Chromsäure. Aus der zerstoßenen Masse zieht man durch Kochen mit Wasser das entstandene chromsaure Kali zugleich mit noch unzersetztem kohlen-saurem Kali, so wie Thonerdekali aus. Man zersetzt diese durch Essigsäure (Holz-essig), wobei Thonerde und Kieselsäure, die dem Chromeisenstein beigemischt waren, niederfallen. Aus der eingedunsteten Auflösung schießt chromsaures Kali in gelben zweigliedrigen Krystallen ohne Krystallwasser an. Glühhitze zersetzt das Salz nicht.

b) Doppelt K Cr_2 . Versetzt man die Auflösung des neutralen Salzes mit einer Säure, so setzen sich daraus rothe wasserfreie Krystalle von doppelt chromsaurem Kali ab. Wird erst in strenger Glühhitze in neutrales Salz und Oxyd zerlegt. — Beide Salze sind in Alkohol unlöslich, und werden in der Kattendruckererei zur Farbenbereitung u. s. w. benutzt. B.

Chromsaures Quecksilberoxydul, HgCr , wird als rother Niederschlag beim Zusammengiessen der Auflösungen von salpetersaurem Quecksilberoxydul und chromsaurem Kali erhalten. Dient als rothe Farbe und auch zur Darstellung des grünen Chromoxyds, indem beim Erhitzen dies Oxyd zurückbleibt. B.

Chrysen. Theer wird in einer Retorte destillirt, bis $\frac{1}{2}$ übergegangen sind, der Rückstand in einem kleinen Gefäss der ferneren Destillation unterworfen, bis sich im Destillate krystallinische Schuppen zeigen (Pyren, s. d.); durch erhöhte Temperatur erhält man im Retortenhalse ein Gemenge von Chrysen, Pyren und mehreren anderen Stoffen; Aether löst dieses bis auf das Chrysen auf; man wäscht es so lange mit Aether, bis es weingelb ist. Es bildet dann ein geschmackloses und geruchloses gelbes Pulver, welches bei 230° schmilzt, und beim Erkalten zu einer verworrenen Nadelmasse erstarrt. Durch Salpetersäure wird es in eine rothe Masse verwandelt: Nitrite de chrysenas (Laurent). Es besteht aus $\text{C}_{21}\text{H}_{14}$. Laurent: Ann. de Chim. et de Phys. LXVI. 136. LXXII. 426. Couërbe: ibid. LXVIII. 162. M.

Chrysoberyll war bei den Alten ein Beryll, $\beta\eta\rho\upsilon\lambda\lambda\omicron\varsigma$, den sie wegen seiner Farbe noch besonders durch den Beisatz $\chi\rho\upsilon\sigma\acute{\omicron}\varsigma$, Gold, unterschieden. Jetzt versteht man unter Chrysoberyll einen in zweigliedrigen Säulen krystallisirenden, in Körnern und Geschieben vorkommenden Edelstein, von grünlich weisser, olivengrüner, gelblicher Farbe, bisweilen mit einem milchweissen Lichtschein. Glasglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, Härte zwischen Topas und Corund, spec. Gew. 3.7. Vor dem Löthrohr unveränderlich, wird von Säuren nicht angegriffen, und ist ein Beryllaluminat, d. h. eine Verbindung von Thonerde und Beryllerde, nach Berzelius = Be Al_2 . Er enthält keine Kieselsäure, wie frühere Analytiker gefunden (H. Rose). Der Chrysoberyll wird geschliffen zu Schmucksteinen. Er kommt eingewachsen vor im Granit und Gneiss zu Haddan in Connecticut und a. a. O., hauptsächlich im Sand der Flüsse, besonders von Ceylon und Brasilien, und wurde vor Kurzem auch im Ural gefunden (Pogg. Ann. XLVIII. 570). B.

Chrysolith, $\chi\rho\upsilon\sigma\acute{\omicron}\lambda\iota\theta\omicron\varsigma$, bezeichnete bei den Alten einen Edelstein von goldähnlicher Farbe, wie mancher Topas; jetzt ist Chrysolith syn. mit Olivin. B.

Chrysopras die durch Nickeloxyd apfelgrün gefärbte Varietät des Chalcedon. Findet sich in Serpentin zu Kosemütz, Gläserndorf und Grochau in Schlesien. B.

Chylus s. Lymph.

Chymus s. Speisebrei.

Cicutin s. Coniin.

Cimolit, bei den Alten cimolia creta, eine graulich weisse

auch röthliche Thonart, erdig, im Grossen schiefrig, auf der Insel Argentiera (Cimolus) im griechischen Archipelagus. Hängt an der Lippe, spec. Gew. 2,18. Nach Klapproth neutrale kieselsaure Thonerde mit Wasser $\text{Al Si}_3 + 3\text{H}$. Dient zum Waschen von Zeugen und Ausmachen von Fettflecken. B.

Cinchonin s. Chinaalkaloide.

Cinnamyl s. Zimmtöl.

Circularpolarisation s. Polarisation.

Citraconsäure (acide citrique). Eine organische Säure von der Zusammensetzung $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, kommt nicht natürlich vor, sondern bildet sich nur bei trockener Destillation der Citronensäure, wesshalb sie auch Brenzcitronensäure genannt wird, aber unpassend, da es noch eine zweite solche giebt. Sie bildet sich gleichfalls bei trockener Destillation der Itaconsäure.

Man gewinnt die Säure, indem man die bei Destillation der Citronensäure übergegangene ölartige Flüssigkeit in einem Destillationsapparat erhitzt; von den beiden übergehenden Flüssigkeiten ist die leichtere Wasser, die schwerere Citraconsäure. Das anhängende Wasser wird nochmals abdestillirt und dann in einer trockenen Vorlage die reine Säure erhalten. Sie ist dann leichtflüssig, farb- und geruchlos, ist schwerer als Wasser, in welchem sie sich nach einiger Zeit in jedem Verhältnisse auflöst. Bei 90° wird sie leicht verdampft, siedet aber erst bei 212° , das Hydrat bildet vierseitige Säulen, die in Wasser, Weingeist und Aether leicht auflöslich sind. Crasso hat eine sehr vollständige Reihe von Salzen dieser Säure dargestellt.

Baupp (Ann. de Chim. et de Phys. 1836. Fevr. 182). Dumas (Pogg. Ann. XXIX, 41). Lassaigne (Ann. de Chim. et de Phys. XXI, 100). Crasso (Ann. d. Pharm. XXXIV, 68. Journ. f. prakt. Chem. XX, 331.) M.

Citraconsaurer Aether, $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_4$, wurde von Crasso dargestellt, indem er salzsaures Gas in eine weingeistige Lösung der Citraconsäure leitete und die Masse sodann mit Wasser vermischte; der Aether fiel nieder als eine farblose Flüssigkeit mit einem Geruche wie Kalmus. Crasso (Ann. der Pharm. XXXIV, 71. Journ. f. prakt. Chem. XX, 332.) M.

Citrelen nennen Capitain und Soubeiran das Oel, welches im flüssigen chlorwasserstoffsäuren Citronenöl enthalten ist, und daraus durch Destillation mit Kalk gewonnen wird. M.

Citren s. Citronyl.

Citrin heisst der wein- und braungelbe Bergkrystall, besonders schön auf der schottischen Insel Arran, Ceylon, auch in Schlesien und Böhmen. In Brasilien glüht man missfarbige Amethyste, wodurch sie dem Citrin in Farbe gleich werden. B.

Citronenäther. Unterwirft man ein Gemisch von 8 Th. krystallisirter Citronensäure, 4 Th. englischer Schwefelsäure und 10 Th. absolutem Alkohol der Destillation, so erhält man, nachdem $\frac{1}{2}$ der Flüssigkeit übergegangen ist, im Rückstande den Citronenäther, welcher durch Wasser aus der Flüssigkeit niedergeschlagen werden kann. Durch anhaltendes Waschen mit Wasser, in dem er jedoch nicht ganz unlöslich ist, Auflösen in Alkohol, Kochen mit Thierkohle und Abdampfen im Vacuum über Schwefelsäure erhält man ihn rein. Von $\frac{1}{2}$ Pfd. Citronensäure bekommt man 20 Grm. Aether. Er bildet eine gelbliche, ölige, ekelhaft bitterschmeckende Flüssigkeit, welche sich bei der Destillation zersetzt, und nach Malaguti aus $C_4H_4O_4 + C_4H_1O$ besteht. (Erdm. Journ. XI. 286.). Es gelang Dumas nicht, diesen Aether zu erhalten (ibid. XVII. 182.); den er abschied, fand er zusammengesetzt aus $C_{12}H_{10}O_{11} + 3(C_4H_1O)$. Ich konnte ihn gleichfalls nicht von der Zusammensetzung darstellen, welche Malaguti angiebt, wahrscheinlich weil eine ganz bestimmte Zeit bei der Destillation beobachtet werden muss; wenn diese überschritten wird, so bildet sich schon der neue Aether von Dumas. Diesen erhielt ich gleichfalls (ibid. XX. 318.); aber fand in der Flüssigkeit, aus welcher er abgeschieden war, schon Aconitsäure $C_4H_2O_3$ gebildet, so dass es scheint, als sei der Aether ein Gemenge von Aconitäther und Citronenäther = $C_4H_2O_3 + C_4H_1O$; + $2(C_4H_4O_4 + C_4H_1O)$; ebenso wie das citronensaure Natron, welches bis auf 200° erhitzt ist, ein Gemenge von citronensaurem Natron und aconitsaurem Natron darstellt. Erhitzt man das Aethergemisch noch weiter, so bilden sich nach einander Aconitäther und Itaconäther. Vergl. diese und Citronensäure.

M.

Citronenöl findet sich in den Schalen von *Citrus medica*, vielleicht auch in *Citrus bergamium* und *aurantium*, so wie in den übrigen Früchten der Familie *Citrus*. Um dasselbe darzustellen, zerreibt man entweder die Schalen und presst sie zwischen Glasplatten, oder man destillirt sie mit Wasser. Es ist farblos und dünnflüssig, riecht angenehm, schmeckt brennend, siedet bei 174° , spec. Gew. = 0,847 bei 22° , des Dampfes = 4,771 (wie beim Terpenthinöl). In Weingeist unter allen Verhältnissen, in Wasser wenig löslich. Atgew. = 864,186. Formel: $C_{10}H_{16}$. Mit wasserfreier Chlorwasserstoffsäure giebt es zwei Verbindungen, eine feste und eine flüssige.

Dumas (Ann. de Chim. et de Phys. L, 225). Blanchet und Sell (Ann. der Pharm. VI, 281). Capitain und Soubeiran (Ann. der Pharm. XXXIV, 318).

Citronenölcampfer. 1) Gleich Citronenölstearopten, weiss und brüchig, mit dem Geruche des Citronenöls, schmilzt bei 46° und sublimirt sich bei höherer Temperatur. Formel: C_8H_8O . Mulder (Bulletin de Néerlande No. 22, 175).

2) So viel wie festes chlorwasserstoffsaures Citronenöl, von Dumas chlorwasserstoffsaures Citronen, von Blanchet und Sell chlorwasserstoffsaures Citronyl genannt. — Um dasselbe zu erhalten, leitet man in wasserfreies Citronenöl trocknes Salzsäuregas, wobei man das Gefäß kalt hält. Die gewonnene krystallinische Masse wird

trocken ausgepresst und aus einer weingeistigen Lösung durch Verdunsten rein erhalten. Die gewonnenen weissen zerreiblichen Blättchen schmelzen bei 43°, werden bei 50° sublimirt. Atgew. 1329,215. Formel: $C_{10}H_{16}Cl_2$.

Dumas (Pogg. Ann. XXIX, 130). Blanchet und Sell (Ann. der Pharm. XXXIV, 318). M.

Citronensäure, eine von Scheele entdeckte Pflanzensäure, welche sich meistens in Verbindung mit andern organischen Säuren in sehr vielen sauren Pflanzensäften findet, z. B. in Citronen, Pomeranzen, Stachelbeeren, Johannisbeeren, Tamarinden u. s. w. Künstliche Bereitung ist bis jetzt nicht aufgefunden worden, und man stellt sie deshalb meistens aus dem Saft der Citronen dar, indem man den geklärten Saft mit kohlensaurem Kalk sättigt, durch Kochen den citronensauren Kalk abscheidet und mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, welche, im Ueberschuss zugesetzt, die nach dreitägigem Verdampfen erfolgende Krystallisation sehr begünstigt. Aus einer heissen Auflösung krystallisirt beim Erkalten das Hydrat. —

Die bei 100° krystallisirte Säure besteht aus $C_{12}H_{16}O_{14}$ oder $C_{12}H_{16}O_{11} + 3 Aq$; das Wasser kann durch 3 At. Basis ersetzt werden; die bei 40° krystallisirte (käufliche) Säure enthält noch 2 At. Wasser, und besteht aus $C_{12}H_{16}O_{16}$. Vergl. Marchand in Journ. f. prakt. Chem. XXIII, 60. Im luftleeren Raume, und durch Erhitzen bis auf 100° verliert diese Säure 8,5 pCl. Aq oder 2 At. Ihre Salze hat Berzelius untersucht; sie sind meist, bis auf die der Alkalien, unlöslich. Die Säure löset sich in 0,5 kochendem und 0,75 kaltem Wasser auf.

Der trocknen Destillation unterworfen giebt die Citronensäure ausser andern Produkten, unter denen Aceton, Wasser, Kohlenensäure und Kohlenoxydgas sind, auch zwei Brenzcitronensäuren. Die eine, welche auch acide citribique genannt wird, siehe unter Citraconsäure; die andere, acide citricique genannt, siehe unter Itaconsäure. Eine dritte Säure, welche man durch Schmelzen der Citronensäure gewinnt, und welche acide citridique genannt wurde, siehe unter Aconitsäure. s. auch Trocinsäure.

Berzelius (Pogg. Ann. XXVII, 281). Prout (ibid. XII, 274). Gay-Lussac (ibid. XXVIII, 200). L. Gmelin (Handb. der Chem. 3te Aufl. II, 86). Dumas (Pogg. Ann. XXIX, 37). Baupp (Ann. de Chim. et de Phys. 1836. Fevr. 182), (Pogg. Ann. XXXVI, 56). Lasaigne (Ann. de Chim. et de Phys. XXI, 100). Robiquet (Ann. de Chim. et de Phys. LXV, 68). Thaulow (Ann. der Pharm. XXXVII, 333). Crasso (Ann. d. Pharm. XXXIV, 53. Journ. f. prakt. Chem. XX, 322). M.

Citronyl nennen Blanchet und Sell das Oel, was im Citronenölcampher enthalten ist. Dumas nennt es Citren. Man erhält es durch Destillation des Camphers mit Kalk. M.

Clavicylinder, ein von Chladni 1799 erfundenes Tasteninstrument, dessen Töne durch transversale Schwingungen gerader oder auch gekrümmter Stäbe entstehen, die an beiden Enden frei und an den Knoten am Resonanzboden befestigt sind, und durch eine

Streichwalze in Schwingung versetzt werden. (E. F. F. Chladni Beiträge zur praktischen Akustik. Leipzig 1821.) S.

Coaguliren oder Gerinnen nennt man das Uebergehen eines aufgelösten Stoffes in einen festen unkrystallinischen Zustand, wenn sich derselbe dabei in mehr oder weniger grossen zusammenhängenden Massen in der Flüssigkeit ansammelt. Die Ursachen der Coagulation scheinen je nach den Stoffen sehr verschieden zu sein. Eiweiss coagulirt, wenn es bis zu 70° C. erwärmt wird. Käsestoff coagulirt nicht durch Kochen, aber die Coagulation geschieht vollständig, wenn in die bis 30° C. oder 40° C. erwärmte Auflösung ein kleines Stückchen Lab gebracht wird. Fibrin, welches in dem Blute, dem Chylus, der Lymphe lebender Thierkörper aufgelöst ist, gerinnt, sobald diese Flüssigkeiten aus dem lebenden Organismus genommen werden. Rr.

Coaks. Bei der Destillation der Steinkohlen, der Braunkohlen und des Torfs bleibt eine sehr kohlenreiche Masse zurück, welche je nach der Beschaffenheit des angewendeten Materials verschiedene Eigenschaften besitzt. Man nennt dieselbe Coaks. Sie sind, von Steinkohlen gewonnen, das beste Heizmaterial, wenn es darauf ankommt, starke Hitzegrade zu erzielen. Vergl. Steinkohlen, Torf. M.

Coccin, ein eigenthümlicher Stoff in der Cochenille, welcher neben dem Farbstoff, dem Carmin (s. d. p. 392.) und mehreren anderen Verbindungen darin vorkommt. Eine Säure, welche gleichfalls in geringer Quantität in dem Thier enthalten ist, hat den Namen Coccinsäure bekommen, beide Stoffe sind wenig bekannt. M.

Coccogninsäure. Goebel hat im Saamen von Daphne Gnidium eine in langen, vierseitigen Säulen krystallisirende, sauer schmeckende, nicht näher untersuchte Säure aufgefunden. Buchner's Repert. VIII. 203. M.

Cocculin. Pierotoxin (von πικρός bitter, und toxicum Gift) wurde von Boullay entdeckt und von Oppermann und von Pelletier und Couërbe analysirt. Nach ersterem besteht es aus $C_{10}H_{12}O_4$ = 61,67 C; 6,04 H; 32,29 O; nach letzteren beiden aber aus $C_{12}H_{14}O_4$. Es findet sich in den Kockelskörnern (Menispermum Cocculus) und ist das giftige betäubende Princip derselben. Pelletier und Couërbe geben folgende Darstellungsweise an: Die Kockelskörner werden entschalt, zerstampft, mit Alkohol digerirt und dieser dann wieder abdestillirt. Wird der erhaltene Rückstand in kochendem Wasser aufgelöst, und diese Auflösung mit Salzsäure versetzt, so krystallisirt das Cocculin beim Erkalten der Auflösung in Nadeln und durchsichtigen Blättern heraus. Es ist geruchlos, hat einen sehr bitteren Geschmack, reagirt weder sauer noch alkalisch, löst sich in kochendem, wenig aber in kaltem Wasser; Alkohol, Aether und verdünnte Säuren lösen es hingegen leicht auf, werden die Auflösungen abgedampft, so krystallisirt es wieder heraus. Durch concentrirte Schwefelsäure färbt es sich nach längerer Zeit gelb, zuletzt safranroth, erwärmt man aber die Masse, so wird es augenblicklich zerstört und verkohlt. Salpeter-

säure verwandelt es in Oxalsäure. Alkalien lösen es mit Leichtigkeit auf, Säuren schlagen es wieder daraus nieder. Wendet man die Alkalien in concentrirtem Zustande an, so erleidet das Cocculin eine Veränderung, es bildet damit eine orangegelbe Auflösung, in welcher Säuren ein braunes Pulver niederschlagen. Nach Pelletier und Couërbe soll das Cocculin in den Auflösungen der Erd- und Metall-oxide Niederschläge hervorbringen, die sie für Salze ansehen. (Bulletin de Pharm. IV. Magaz. für Pharm. XXXV, 233. Ann. der Pharm. X, 192.) M.

Coccusroth, s. Carmin, rother.

Cocin, $C_{25}H_{119}O_{13}$, gewinnt man aus der Cocusnuss durch Auskochen mit Weingeist, und befreit es von Olein durch Auspressen zwischen Papier. Es bildet eine weisse glänzend-blättrig-krystallinische Masse, die in Wasser unlöslich, in kaltem Weingeist schwer, in Aether leicht löslich ist. Es brennt mit heller Flamme. Brandes (dessen Archiv XV, 115). M.

Cocinsäure, $C_{26}H_{46}O_3$, als Hydrat $C_{26}H_{46}O_3 + 2H$. Sie bildet sich bei der Einwirkung von Kali auf Cocin, und wird aus dem Salze durch Chlorwasserstoff abgeschieden, sie ist weiss und talgartig, krystallisirt aus der weingeistigen Lösung in prismatischen Krystallen, und hat in ihren Salzen viele Aehnlichkeit mit der Stearin- und Margarinsäure. Brandes (dessen Archiv XV, 115). M.

Codein, eine von Robiquet entdeckte Pflanzenbasis, findet sich an Mekonsäure gebunden im Opium. Zur Darstellung giebt Winkler (Buchner's Repert. XLIV, 459) die Regel, das Opium mit kaltem Wasser auszuziehen, daraus durch Ammoniak das Morphin, dann durch Chlorcalcium die Mekonsäure, endlich durch Bleiessig die Farbstoffe auszufällen. Das überschüssige Blei wird durch Schwefelsäure entfernt. Zu der so gewonnenen klaren Flüssigkeit wird Aetzkali gesetzt und die Mischung so lange mit der Luft in Berührung gehalten, bis das letztere kohlsauer geworden. Schüttelt man dann das Ganze mit Aether, so löset derselbe Codein auf. Atgew. 3601,9. Formel: $N_2C_3H_{40}O_5$.

Regnault (Ann. der Pharm. XXIV, 26). Gregory (ibid. 44). Robiquet (Ann. de Chim. et de Phys. LI, 259). Winkler (l. c.). M.

Cölestin ist natürliche schwefelsaure Strontianerde.

Cölner Gelb ein mit Gyps, Schwerspath, Thonerde oder schwefelsaurem Bleioxyd vermischtes Chromgelb (chromsaures Bleioxyd). B.

Cölner Wasser s. Eau de Cologne und Aromatische Wasser.

Coërcitivkraft. Unter Coërcitivkraft versteht man die Kraft, welche einen Körper befähigt, bleibenden Magnetismus anzunehmen.

Je grösser diese Kraft ist, desto schwerer lässt sich in dem Körper durch Vertheilung Magnetismus erwecken. Stellt man sich daher vor, dass das Magnetischwerden in einer Trennung zweier Fluida, des $+M$ und $-M$ besteht, so lässt sich die Coërcitivkraft als der Widerstand auffassen, welcher sich der Bewegung dieser Fluida entgegensetzt.

Die des Magnetismus fähigen Substanzen lassen sich in Bezug auf ihre Coërcitivkraft 1) bei einerlei Temperatur unter sich vergleichen, 2) lässt sich ihr Verhalten in einer und derselben Substanz für verschiedene Temperaturen betrachten.

In Rücksicht auf das Verhalten bei einerlei Temperatur scheint die Coërcitivkraft mit der Härte der Substanz zu wachsen. Im reinen weichen Eisen ist sie höchst gering, dasselbe wird daher in der Nähe eines Magneten am stärksten magnetisch, wird einerseits am stärksten angezogen, und lenkt andererseits am stärksten eine Magnetnadel ab. Durch Beimischung von Gold, Silber, Zinn, Arsenik, Schwefel, Phosphor, und namentlich von Kohle, selbst durch Hämmern und Feilen (wahrscheinlich, weil solches die Härte vermehrt) wird das Eisen eines bleibenden Magnetismus fähig. Umgekehrt wird die Coërcitivkraft des Stahls, des unreinen Eisens, des Nickels etc. durch Ausglühen und langsames Erkalten, insofern das die Härte mindert, geschwächt.

Barlow maass die Coërcitivkraft verschiedener Substanzen, indem er aus denselben gefertigte Stäbe von gleichen Dimensionen in die Richtung der Inclinationsnadel stellte, also durch den Erdmagnetismus magnetisch machte, die durch sie bewirkte Ablenkung einer Boussole beobachtete, und die Tangenten der Ablenkungswinkel als Maass nahm. Er fand auf diesem Wege folgende Zahlen:

Schmiedeeisen	100	harter gemeiner Stahl	53
weicher Gussstahl	74	harter Scheerstahl	53
weicher gemeiner Stahl	67	harter Gussstahl	49
weicher Scheerstahl	66	Gusseisen	48

Diese Zahlen können indess nur für die gebrauchten Stäbe von Werth sein, da nach Hansteen's Erfahrung selbst Stäbe, die aus demselben Stück Stahl gefertigt und auf gleiche Weise behandelt waren, Verschiedenheiten in der Coërcitivkraft zeigten.

In Rücksicht auf die Temperatur raubt Weissglühhitze dem Eisen und Stahl alle magnetische Eigenschaften, dunkle Rothglühhitze macht die Coërcitivkraft, wie es scheint, gänzlich verschwinden, indem die ablenkende Kraft nach Barlow alsdann ein Maximum erreicht, welches für Eisen und Stahl fast denselben Werth hat. Ueber das Verhalten der Coërcitivkraft nach einer Erwärmung und darauf folgender Erkaltung lässt sich Einiges aus den Versuchen schliessen, die Coulomb über die Schwächung der magnetischen Kraft in Magnetstäben durch Erwärmung und darauf folgende schnelle Erkaltung, und Moser und Riess über diese Schwächung nach Erwärmung und darauf folgender langsamer Erkaltung angestellt haben.

Coulomb nahm geglühte und darauf bis zur Sättigung magnetisirte Stahlstäbe, setzte diese verschiedenen Temperaturen aus, und prüfte ihre magnetische Kraft, nachdem er sie in Wasser von 12° R

getaucht hatte, durch die Schwingungen, in welche durch sie eine Nadel versetzt wurde. — Stets war nach der Erkaltung diese Kraft geschwächt, und um so mehr, je höher die Temperatur und je weicher der Stahl war, aber es liess sich diese Kraft wieder durch neues Magnetisiren erhöhen, jedoch dergestalt, dass nur weicher Stahl seine alte Kraft wieder erlangte, und sogar stärker magnetisch wurde, wenn mit der Erkaltung eine Härtung (welche nach einer Erhitzung über 750° eintrat) verbunden war. Durch eine Temperaturerhöhung unter 750° und nochmaliger schneller Erkaltung wird also die Coërcitivkraft des harten Stahls, nicht aber die des weichen geschwächt. Bei stärkerer Erhitzung steigt die Coërcitivkraft des weichen Stahls, und erlangt ihr Maximum bei einer Erhitzung auf 950°.

Moser und Riess nahmen Eisen- und Stahlnadeln, tauchten sie in siedendes Wasser und maassen die Intensität ihres Magnetismus durch die Schwingungen, die sie vor der Erwärmung und nach der (langsam in der Luft erfolgenden) Erkaltung in Folge des Erdmagnetismus machten, und betrachteten als Maass der Schwächung den Quotienten $\frac{i-i'}{i}$, wo i die Intensität vor der Erwärmung, i' dieselbe nach der Erkaltung bezeichnet.

Nadeln aus reinem Eisen zeigten die geringste Schwächung. Nadeln aus weichem Stahl, deren Intensität nach 6maligem Eintauchen constant blieb, wurden mehr geschwächt, und zwar bei gleicher Länge proportional ihrer Oberfläche; ferner kurze Nadeln mehr als lange. Unpolirte Nadeln aus hartem Stahl wurden am meisten geschwächt, und zwar um so mehr, je härter sie waren (erst nach 40—50maligem Eintauchen blieb ihre Kraft beim Erkalten ungeändert). Wurden die letzteren nach der Schwächung von neuem magnetisirt, so wurde die Schwächung durch neues Eintauchen zwar geringer, aber die magnetische Kraft erreichte nicht mehr ihren alten Werth. Es nimmt demnach die Coërcitivkraft des harten Stahls auch nach Erwärmung und folgender langsamer Erkaltung ab, und es ist auch hier der Zusammenhang der Härte mit der Eigenschaft, bleibend magnetisch zu werden, ersichtlich. R.

Coerulin nannte Crum den blauen Farbstoff in dem blauen Carmin (s. d.), dem indigblau-schwefelsauren Kali; die Säure nannte er Coerulinschwefelsäure. Vergl. Indigblauschwefelsäure. M.

Cohäsion. In dem Artikel „Adhäsion“ sind die Erscheinungen der Cohäsion, sofern sie nicht zu den besonders abzuhandelnden Haarröhrenerscheinungen gehören, schon berücksichtigt worden. Es bleibt daher noch die Cohäsion gasförmiger und fester Körper.

Verstehen wir unter Cohäsion nicht bloss die Kraft des Zusammenhanges zwischen den Theilen eines und desselben Körpers, welche in dem Augenblicke des Zerreißens überwunden wird, sondern allgemein die Resultante der attractiven und repulsiven Molecularkräfte bei jeder Lage der Theilchen; so kann allerdings von einer Cohäsion der Gase gesprochen werden, die aber freilich (wenigstens unter den Umständen, unter welchen wir die Gase gewöhnlich beobachten)

nicht in einem Streben der Erhaltung, sondern der Aufhebung des Zusammenhanges besteht, und daher von Einigen negative Cohäsion genannt wird. (Frankenheim, Cohäsion, p. 16. Dellmann, Physik, Meurs 1840, p. 74.) Diese Cohäsion spricht sich aus in dem „Mariotteschen Gesetz“ und dem Gesetz der „Wärmeausdehnung“, auf welche beiden Artikel wir daher verweisen.

Nimmt man die Cohäsion der festen Körper in dem engeren Sinne, in welchem sie der zur Trennung der Theile erforderlichen Kraft gleich ist; so unterscheidet man, namentlich für technische Zwecke, 4 Arten derselben, je nachdem sie

1) das Zerreißen des Körpers durch Zug, absolute Festigkeit,
 2) das Zerschneiden desselben durch Biegen, relative Festigkeit,
 3) das Zerknicken oder Zermahlen durch Druck, rückwirkende Festigkeit,

4) das Aufheben des Zusammenhanges durch Drehen, Torsion, zu verhindern strebt. Man findet diese verschiedenen Arten besonders behandelt in dem Artikel „Festigkeit.“

Wird aber Cohäsion in dem vorhin angegebenen allgemeineren Sinne genommen, so ist sie diejenige Kraft, welche überhaupt die äussere Gestalt und das innere Gefüge der Körper bedingt.

Ist die Gestalt symmetrisch in Bezug auf drei oder vier Axen, überhaupt geometrisch bestimmbar, so wird sie krystallinisch genannt. Die hierher gehörigen Cohäsionserscheinungen sehe man in den auf Krystallbildung bezüglichen Artikeln.

In so fern die Cohäsion mehr oder weniger die Wiederherstellung der früheren Gestalt, nachdem diese durch äussere Kräfte verändert worden ist, bewirkt, heisst sie Elasticität. (Siehe „Elasticität, Feder.“)

Je nach der Art, wie durch die Cohäsion der Zusammenhang der Theile im Ganzen erhalten wird, nennen wir einen Körper weich oder hart, geschmeidig oder spröde. Erleidet ein Körper schon durch geringe Kräfte eine bedeutende Aenderung der Gestalt, ohne dass der Zusammenhang aufgehoben wird, so nennt man ihn weich, im Gegentheil hart. Geschmeidige Körper sind solche, welche ohne Aufhebung des Zusammenhanges einer bedeutenden Aenderung ihrer Dimensionen fähig sind; Körper, welche diese Fähigkeit nicht besitzen, werden spröde genannt. In Bezug auf die besonderen Arten der Einwirkung heisst die Geschmeidigkeit: Dehnbarkeit oder Streckbarkeit; Hämmerbarkeit; Biegsamkeit. Biegsamkeit mit einem gewissen Grad von absoluter Festigkeit verbunden wird Zähigkeit genannt. Da harte Körper, denselben Kräften ausgesetzt, ihre Gestalt weniger ändern, also weniger leicht die Grenze der vollkommenen Elasticität erreichen, so werden sie unter denselben Umständen sich elastischer verhalten als weiche. Härte, Elasticität und Sprödigkeit sind verwandte Eigenschaften.

Diese Eigenschaften scheinen, unabhängig von der Materie, nur durch das Gefüge bedingt zu sein, indem sie oft durch Verbindung eines Stoffes mit einer geringen Menge eines anderen und durch Temperaturwechsel in beträchtlichem Grade geändert werden.

Am bekanntesten ist in dieser Beziehung das Eisen, welches mit $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ pCt. Kohlenstoff, als Stabeisen, weiches Eisen genannt wird;

aber mit $\frac{3}{4}$ bis 1 pCt. Kohlenstoff, als Gussstahl, mit 1 bis 2 pCt. Kohlenstoff, als Schmelz- und Cämentstahl, mit $\frac{1}{4}$ pCt. Silber, als Silberstahl, mit 1 pCt. Aluminium, als Wootz, und mit 5 pCt. Kohlenstoff, als Roheisen, durch schnelles Erkalten eine um so grössere Härte und Sprödigkeit annimmt, je grösser der Unterschied der Temperatur und mit je mehr fremden Bestandtheilen es verbunden oder vermengt ist. Kupfer gewinnt durch Zusatz von etwas Zinn an Härte, ohne merklich an Festigkeit abzunehmen, und wurde daher, ehe man den Stahl kannte, zu Waffen und schneidenden Werkzeugen benutzt. Aber diese Legirung unterscheidet sich in ihrer Eigenschaft vom Stahl dadurch, dass schnelles Abkühlen ihre Härte vermindert. Kanonengut, welches aus Kupfer und ungefähr 9 pCt. Zinn besteht, wird sehr geschmeidig, wenn es in glühendem Zustande in Wasser abgelöscht wird. Kupfer mit 22 pCt. Zinn verbunden, bildet die sehr harte, spröde und klingende Glockenspeise, welche, glühend abgelöscht, weich und hämmerbar wird.

Dieser ungleiche Einfluss des schnellen Erkaltes auf die Geschmeidigkeit beruht nach Frankenheim darauf, dass das schnelle Festwerden des Körpers eine Abnormität des Gefüges und dadurch eine grössere Härte zur Folge hat, zugleich aber auch, indem die Abscheidung besonderer Verbindungen und überhaupt die Krystallisation verhindert wird, die im geschmolzenen Zustande vorhandene Gleichförmigkeit der Masse erhält, und dadurch die Geschmeidigkeit begünstigt. Je geringer die Dimensionen sind, desto grösser ist der Einfluss der Homogenität in Verhältniss zur Abnormität; daher erklärt sich, dass nach Dussaussoy Legirungen von Kupfer mit 12 bis 25 pCt. Zinn in dünnen Platten durch schnelles Abkühlen geschmeidiger als durch langsames Erkalten werden, während dieselbe Operation Stücke von 200 Millimeter Dicke ganz spröde macht.

Sehr stark ist zuweilen die Abnormität bei Körpern, welche auch bei langsamer Abkühlung keine Krystallisation zeigen, wie bei Glas. Lässt man einen Tropfen geschmolzenes Glas in Wasser fallen, so erhärtet derselbe zu einem rundlichen in einem dünnen Schweife endigenden Körper, welcher mit einer beträchtlichen Härte eine eigenthümliche Sprödigkeit verbindet. Man kann auf den Hauptkörper des Tropfens starke Schläge ausüben, mit demselben Nägel in festes Holz schlagen, ohne dass er zerspringt. Bricht man aber ein Stück von dem Schweife, oder schleift den Kopf bis zu einer gewissen Tiefe ab, so zerfällt der ganze Tropfen in Staub. Man kann den Tropfen, ohne eine Verletzung zu befürchten, während des Zerspringens in der Hand halten. Bringt man ihn in ein Glas mit Wasser, so zerspringt dasselbe zuweilen durch die plötzliche Ausdehnung. Wenn man, um den Gang des Zerspringens zu beobachten, den Kopf mit Leder, Leim oder Gyps umgiebt, und dadurch das Auseinanderfallen der Theile verhindert, so sieht man, dass derselbe zunächst in Schalen zerfällt, deren convexe Seite immer der verletzten Stelle zugekehrt ist; beim Herausnehmen wird alles zu Staub. Auch blosse Glasfäden, sogenannte Glaswürmer, können durch schnelles Abkühlen so spröde gemacht werden, dass sie dieselben Erscheinungen zeigen. An einem Punkte zerbrochen zerfallen sie in trichterförmige Schalen, deren Convexität immer der gebrochenen Stelle zugekehrt

ist. Bologneser Flaschen (kleine schnell gekühlte Fläschchen mit dickem Boden) können an der äusseren Fläche des Bodens stark geschlagen, selbst geritzt werden, ohne dass sie zerbrechen. Auch auf der inneren Fläche widerstehen sie einem starken Stosse, z. B. einer einen Meter hoch herabfallenden Bleikugel. Aber bei der kleinsten Ritze auf die innere Fläche springt der Boden entzwei, und harte Körper, wie Diamant, Stahl, Saphir sollen zuweilen durch den Boden wie durch ein Spinnweben fallen. Durch längeres Erhitzen über die Siedhitze des Wassers, wobei jedoch die Glühhitze nicht erreicht zu werden braucht, wird die Abnormität zerstört, und die Springgläser verhalten sich wieder wie gewöhnliches Glas. Eben so verliert der Stahl durch Erhitzen und nachheriges langsames Erkalten um so mehr seine Sprödigkeit, je höher die Temperatur war, und es ist eine bekannte Erfahrung, dass Glasgefässe weniger leicht springen, wenn man sie in Wasser bis zum Kochpunkt desselben erhitzt, und dann mit demselben erkalten lässt.

Zu den Cohäsionserscheinungen fester Körper gehört nun noch die unter gewissen Umständen stattfindende Verbindung getrennter Theile zu einem Ganzen, und die innigere Verbindung der Theile eines Körpers unter sich.

Berühren sich zwei Körper, so zeigt sich die an der Berührungsfläche thätige Molecularwirkung als Adhäsion und Reibung. Die letztere ist proportional dem Druck, und nimmt zu mit der Dauer der Berührung. Durch starken Druck aber kann bei manchen Körpern die Adhäsion zur wirklichen Cohäsion gesteigert werden, und die getrennten Theile bilden ein Ganzes. Diese Wirkung wird durch Erwärmung, indem sie die Körper erweicht, befördert. Waren die Theile weder unter sich, noch durch länger wirkende Adhäsion an ihrer Oberfläche mit anderen Stoffen verbunden, so genügt oft schon die blosse Berührung, wie in der Galvanoplastik (siehe p. 44). Platin, dessen Schmelzung im Grossen zu schwierig und kostspielig sein würde, wird durch starken Druck aus dem sehr porösen Platinschwamm zu einem compacten, zusammenhängenden Körper. Kupfer wird durch Zusammenwalzen mit Silber plattirt, Silber mit Gold unter starkem Druck vereinigt. Zwei Stücke weissglühendes Eisen schweissen beim Walzen oder Schmieden zu einem Stück zusammen. Zwei Stücke Glas oder Kautschuck können in erweichtem Zustande so innig vereinigt werden, dass ihre frühere Trennungsfläche nicht mehr zu erkennen ist. Wie der Druck durch die Vermehrung der Berührungspunkte den Zusammenhang bewirkt, so können auch Körper durch Zwischenbringung einer anderen, die Berührung vermittelnden, Masse mit einander verbunden werden, wie beim Leimen, Kitten und Löthen.

Unter den Fällen, wo durch Glühhitze die Annäherung der Theile eines und desselben Körpers bewirkt wird, ist am bekanntesten das von Wedgwood zu Temperaturbestimmungen angewandte Sintern des Thons. So lange das Wasser des feuchten Thones verdampft, nähern sich die Theile aus mechanischen Ursachen. Dann dehnt sich die erdige Masse mit der Zunahme der Temperatur etwas aus, bis die Porcellanbildung beginnt, und mit dieser das Volumen bis zum Schmelzen beständig abnimmt. Vielleicht rührt indess dieses Schwinden des Thones, so wie die verwandte Erscheinung, dass die durch

Reduction mit Wasserstoffgas erhaltenen Metallschwämme durch Glühen ihre Entzündlichkeit verlieren, nur daher, dass die erweichten Wände der Poren ihr eigenes Gewicht nicht mehr zu tragen vermögen, und daher die Zwischenräume ausfüllen. Eine entschiedene Aenderung in der Lage der Molecule aber findet statt, wenn auflöslliche unorganische Stoffe, wie Zirkonerde, Chromoxyd, Titansäure, Kieselerde durch Glühen, (vergl. Scheerer in Journ. f. prakt. Chem. XXII, 479.), oder organische Stoffe, wie Eiweiss, schon bei geringer Temperaturerhöhung in unauflöslliche Körper verwandelt werden, oder chemische Verbindungen, wie Phosphorsäure, arsenige Säure (H. Rose in Pogg. Ann. XXXVIII, 481) durch Schmelzen, ohne zersetzt zu werden, ihren chemischen und physikalischen Charakter wesentlich verändern. Jedoch greifen diese Erscheinungen zu sehr in das Gebiet der Chemie über, als dass sie hier ausführlicher betrachtet werden könnten. s. Isomerie. Br.

Cohobiren heisst ein Destillat auf den Rückstand zurückgiessen, und es von neuem abdestilliren. Diess wird oft mehrere Male wiederholt, und hat zum Zweck, flüchtige Stoffe, z. B. ätherische Oele, auszuziehen und zu sammeln. B.

Colchicin, in *colchicum autumnale* enthalten, wurde von Pelletier und Caventou daraus abgeschieden, aber für Veratrin gehalten; später erst zeigten Geiger und Hesse, dass es eine eigenthümliche Basis sey. Um es darzustellen, verfährt man folgendermaassen: man stösst die Saamen von *colch. autumn.*, zieht sie in der Wärme mit einem Gemisch von Weingeist und Schwefelsäure aus, sättigt dann die freie Säure mit Kalkhydrat und filtrirt den dabei entstandenen Niederschlag ab. Der Alkohol wird hierauf von der Flüssigkeit abdestillirt und der Rückstand mit kohlensaurem Kali im Ueberschuss versetzt, der Niederschlag abfiltrirt, zwischen Papier ausgepresst, getrocknet und mit wasserfreiem Alkohol ausgezogen, die erhaltene Lösung mit Blutlaugenkohle entfärbt und bei gelinder Wärme abgedampft. Auf gleiche Weise werden auch die Blumen und Wurzeln des *colch. autumn.* behandelt, um das Colchicin daraus darzustellen.

Aus der mit Wasser vermischten Lösung in Alkohol schießt es in farblosen Prismen und Nadeln an, wird die Lösung aber abgedunstet, so erhält man es als eine durchscheinende, firnissartige Masse. Es ist geruchlos, bitter von Geschmack, hintennach kratzend. Seine alkalische Reaction ist nicht stark, es neutralisirt jedoch die Säuren vollständig, und bildet mit den meisten derselben krystallisirbare Salze. Es löst sich leicht in Wasser, noch leichter aber in Alkohol und in Aether. Die Jodtinctur färbt es kermesbraun, in Platinchlorid bringt es einen gelben, und in Galläpfeltinctur einen weissen Niederschlag hervor. Bei gelinder Wärme schmilzt es, wird aber bei höherer Temperatur zersetzt. Beim Zutritt der Luft erhitzt, brennt es mit heller Flamme. Concentrirte Schwefelsäure ertheilt dem Colchicin eine dunkelviolette Farbe, welche aber bald in olivengrün und zuletzt in gelb übergeht; von Schwefelsäure wird es gelbbraun gefärbt. Seine Zusammensetzung ist bis jetzt noch nicht bekannt.

Sowohl das reine Colchicin, als auch die Salze desselben bewirken in geringen Dosen ein heftiges Erbrechen und Purgiren, in grösseren wirken sie giftig. (Ann. de Chim. et de Phys. XIV. 69. Ann. der Pharm. VII. 274. Geiger's Pharm. I. 1012.) M.

Colcothar, caput mortuum, nennt man den bei der Destillation des Eisenvitriols behufs der Gewinnung von rauchender Schwefelsäure erhaltenen rothen Rückstand, welcher grösstentheils aus Eisenoxyd und etwas basisch schwefelsaurem Eisenoxyd und anderen in dem Vitriol enthaltenen Metalloxyden besteht. Der Name caput mortuum wurde von den Alchemisten für den bei einer Destillation bleibenden Rückstand gebraucht, aus welchem ihrer Meinung nach der Geist entfernt worden war. B.

Coliren, Durchsiehen, um bei Aufgüssen gröbere Theile von den feineren zu trennen. B.

Collectiv heisst jede Convexlinse, welche die Convergenz der durch andere Linsen gebrochenen Strahlen zu beschleunigen bestimmt ist. Das Collectiv einer Brennlinse verkleinert zugleich den Brennraum. Ueber den besonderen Nutzen der Collective der Fernrohr- und mikroskopischen Objective vergl. man die Artikel Fernrohr und Mikroskop. R.

Collector. Der Collector ist ein von Cavallo erfundener Condensator, bestehend aus einer isolirten Zinnplatte, gegen welche sich von jeder Seite ein hölzerner, nach innen zu mit Zinnfolie belegter Rahmen von derselben Form so mittelst Charniere bewegen lässt, dass ihn nur eine dünne Luftschicht von derselben trennt. Beim Gebrauch werden die Rahmen gegen die Zinnplatte hingelehnt, und von den beiden Seitenwänden der letzteren, die etwas vorstehen müssen und zu einer Röhre gebogen sind, wird der eine mit einem empfindlichen Elektrometer, der andere mit dem Körper in Verbindung gesetzt, dessen *E* zu untersuchen ist. Hebt man nach einiger Zeit die letzte Verbindung wieder auf, und schlägt dann die Rahmen zurück, so zeigt das Elektrometer den elektrischen Zustand des Körpers an, wofern derselbe nur eine hinreichende Menge *E* besass, oder (wie bei einem Volta'schen Plattenpaar) die angegebene *E* sich sogleich wieder ersetzen konnte. R.

Colocynthin ist das wirksame bittere Princip der Coloquinten. Es bildet eine röthlich braune, durchscheinende und spröde Masse, die zu einem gelben Pulver zerrieben werden kann, reagirt schwach alkalisch, ist in Wasser, Weingeist und Aether löslich, wird aber nicht durch Galläpfelinctur gefällt. (Magaz. für Pharm. IX. 62. Buchner's Repert. XIX. 260. XXX. 363.) M.

Colophon s. Kolophon.

Colostrum, die Milch kurz vor und gleich nach der Geburt des Kindes, ist von wässriger Beschaffenheit, und hat diesen Namen.

Sie zeichnet sich durch die eigenthümliche Form der in ihr enthaltenen Milchkügelchen aus, welche den Namen *corps granuleux* besitzen. s. Marchand in der *Med. Encyclop. d. Berl. Facultät. Art. Milch. Vergl. Milch.* M.

Columbin. Diese Substanz wurde von Wittstock in der Wurzel von *Menispermum permatum* entdeckt. Nach Liebig enthält sie 66,36 C; 6,17 H; 27,47 O. Man kann die Formel daraus berechnen: $C_3, H_{3,2}, O_9$. Die gestossene Wurzel wird mit Aether ausgezogen und dieser der Selbstverdunstung überlassen, oder mit Alkohol, welcher bis auf $\frac{1}{2}$ abdestillirt wird. Das ausgeschiedene Columbin wird mit Alkohol gewaschen, darin gelöst und durch Kohle entfärbt. Es krystallisirt in schönen, geschobenen, vierseitigen, vertikalen, rhombischen Prismen (G. Rose: *Pogg. Ann.* XIX. 441.), ist geruchlos, von äusserst bitterem Geschmack, ohne alkalische oder saure Reaction, schwer löslich in Alkohol, fast gar nicht in Wasser, die Lösungen schmecken stark bitter. In der Hitze schmilzt es und wird alsdann zersetzt, heisse Salpetersäure zerlegt es, Schwefelsäure färbt es erst gelb, dann dunkelroth, Alkalien lösen es unverändert auf. Säuren schlagen es aus den Lösungen nieder. (*Pogg. Ann.* XIX. p. 298. XXI. p. 30.) M.

Combinationston. Wenn man gleichzeitig zwei Töne angiebt, die genau in den Einklang gestimmt sind, so hört man beide gleichmässig als einen einzigen Ton. Sind sie nur beinahe im Einklang, so hört man den Ton abwechselnd stärker oder schwächer; diese Stösse (Schläge, Schwebungen, *Battelements*) folgen ziemlich langsam auf einander, so lange man dem Einklang noch sehr nahe ist, schneller, wenn man beide Töne mehr gegen einander verstimmt; endlich können sie einzeln nicht mehr unterschieden werden, zeigen sich aber, wenn sie rasch genug erfolgen, als ein Ton, der gewöhnlich sehr tief ist, wenn das Intervall der beiden erzeugenden Töne klein ist, und höher zu werden pflegt, wenn dieses grösser ist. Die so entstehenden Töne nennt man *Combinationstöne*, auch *Tartinische Töne* (obgleich *Sorge* und *Romieu* schon vor *Tartini* davon Nachricht gegeben haben.) Die Erklärung, welche man früher von dieser Erscheinung gab, schien durchaus befriedigend und mit der Erfahrung übereinstimmend zu sein. Jeder tönende Körper sendet uns abwechselnd Verdichtungs- und Verdünnungswellen; wenn nun zwei Töne nahe isochronisch schwingen, so werden die Verdichtungen des einen bald mit den Verdichtungen bald mit den Verdünnungen des andern zusammentreffen und der Ton wird im erstern Falle verstärkt, im andern geschwächt erscheinen. Verhalten sich z. B. die Schwingungszahlen wie 100 · 101 und beginnen beide Schwingungen zugleich, in einerlei Sinne, so trifft die 100ste, 200ste, 300ste Verdichtung des einen Tones mit der 101sten, 202ten, 303ten etc. des andern zusammen, dagegen die 50ste, 150ste, 250ste etc. des ersten allemal mit einer Verdünnung des andern, und man hat je einen Stoss nach resp. je 100 und 101 Schwingungen der erzeugenden Töne. Lässt sich aber das Verhältniss der Schwingungen durch kleinere Zahlen ausdrücken, so erfolgen die Schläge schnell-

ler, so dass sie einen Ton ausmachen; z. B. beim Verhältniss 2:3 (Quinte) wird jede zweite Schwingung des einen Tones mit jeder dritten des andern zusammentreffen und dies Zusammentreffen als Unteroctav des ersten Tones empfunden werden. Allgemein würde sich aus dieser Erklärungsweise die Regel ergeben: Drückt man das Intervall durch die kleinsten ganzen Zahlen aus, so wird der dazu gehörige Combinationston durch die Zahl 1 vorgestellt. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass die Zahl der Stösse dadurch grösser werden kann, dass die Schwingungszahlen der beiden Töne dem dieser Rechnung zum Grunde liegenden Verhältniss nicht genau, sondern nur angenähert zu entsprechen brauchen. Man sieht z. B. leicht ein, dass bei einem Verhältniss 199:201 oder 299:302 fast ganz dieselben Erscheinungen eintreten müssen, wie bei 100:101. Eben so wird auch der Combinationston z. B. bei der Quinte und in ähnlichen Fällen dennoch entstehen, wenn auch die beiden erzeugenden Töne nicht genau in dem angenommenen einfachen Verhältnisse stehen, nur wird er dann nicht in gleichmässiger Stärke vorhanden sein, sondern abwechselnd bald stark, bald bis zum Verschwinden schwach erscheinen. Hieraus würde sich auch erklären, wie aus zwei Tönen mehrere Combinationstöne entstehen können, indem nämlich das Zahlenverhältniss der ersteren mehrere einfache Näherungswerthe hat, die durch Kettenbrüche berechnet werden können. (Vergl. Weber in Pogg. Ann. XV. 216.) — Obgleich diese Erklärungsweise in mehreren der ausgezeichnetsten Fälle mit der Erfahrung übereinstimmt, so kann sie doch gegenüber den neueren, genaueren Beobachtungen nicht mehr als ganz ausreichend betrachtet werden. Einige Beobachtungen des Baron Blein theilt Weber a. a. O. mit; dadurch veranlasst hat Hällström seine älteren ausführlichen Beobachtungen über Combinationstöne und Stösse in Pogg. Ann. XXIV. 438. eingedrückt; die über Stösse sind an einer Orgel, die über Combinationstöne an einer Violine angestellt. Endlich hat Röber die vieljährigen Untersuchungen, welche Scheibler über die Stösse an Stimmgabeln angestellt hat, in Pogg. Ann. XXXII. 333. mitgetheilt. Folgendes sind die Resultate dieser unter sich grösstentheils übereinstimmenden Untersuchungen: 1) Die Anzahl der Stösse in irgend einer Zeit ist nach Scheibler gleich dem Unterschiede der Schwingungszahlen, welche die beiden erzeugenden Töne in derselben Zeit vollenden. Hällström hatte sie doppelt so gross angegeben, erklärt aber in Berzelius Jahresbericht XV. 2., Scheibler's Angabe für richtig, indem bei seinen früheren Versuchen durch einen Irrthum des Gehülfen die Töne um eine Octav zu tief aufgezeichnet worden waren *) 2) Der Combinationston ist nach Hällström von der Höhe eines Tones, dessen Schwingungszahl gleich dem Unterschiede der Schwingungszahlen der beiden erzeugenden Töne; diess stimmt, da ein Stoss so viel gilt als eine ganze Schwingung (vergl. Schwingungszahl) mit Scheibler's, und daher auch mit Hällströms letzter Angabe über

*) Es muss bemerkt werden, dass hier ein Hin- und Hergang als eine Schwingung gerechnet ist; rechnet man ihn für zwei Schwingungen, wie sowohl Hällström, als Röber und Scheibler thun, so muss natürlich die Zahl der Stösse halb so gross gerechnet werden als oben angegeben.

die Stösse überein. 3) Oefters hört man ausser jenem ersten Combinationstone noch andere, die von Hällström als Combinationstöne höherer Ordnung betrachtet werden, entstanden durch Combination des ersten mit einem der erzeugenden Töne, und wieder der so entstandenen mit dem vorhergehenden und unter sich. Hällström hat nicht nur öfters ausser dem ersten Combinationston einen der höhern Ordnung beobachtet, sondern sogar einen oder zwei der zweiten und dritten Ordnung in Fällen wo der erste fehlte. Auch unter den von Blein angeführten Töne würden mehrere so anzusehen sein. Aehnlich lassen Scheibler und Röber Combinationstöne und Stösse höheren Grades aus denen des ersten Grades entstehen, besonders wenn mehr als zwei erzeugende Töne angegeben werden. — Es unterscheidet sich also die aus der älteren Ansicht abgeleitete Regel von der aus der Erfahrung entnommenen neuen darin, dass die Zahl der Stösse und die Höhe des Combinationstones nach jener von dem Verhältniss, nach dieser von dem Unterschiede der Schwingungszahlen der erzeugenden Töne abhängt. Beide Regeln weichen jedoch in den meisten Fällen nicht so sehr von einander ab, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Nicht nur stimmen sie ganz überein, wenn die beiden Glieder des Verhältnisses in den kleinsten ganzen Zahlen ausgedrückt um 1 differiren, wie diess namentlich bei einer genauen Quinte, Quart, den beiden Terzen etc. der Fall sein würde, sondern, da nach der älteren Erklärung, wie oben gezeigt ist, schon ein Näherungsverhältniss genügt, so wird dieselbe in Betreff der Stösse zweier dem Einklange nahen Töne zu keinem andern Resultat führen, als zu dem, von welchem das Scheiblersche Gesetz ein eben so einfacher als genauer Ausdruck ist. Dagegen tritt bei einigen Combinationstönen der Unterschied beider Regeln hervor, z. B. bei der kleinen Sexte 5:8, wo er nach der älteren Regel 1 sein sollte, aber nach der Erfahrung $8 - 5 = 3$ ist. — Wie man sich aber für diese Fälle den Grund der Erscheinung zu denken habe, darüber ist bis jetzt keine genügende Ansicht aufgestellt worden. Zwar suchen sowohl Hällström, als Scheibler und Röber das von ihnen empirisch aufgefundene Gesetz auch a priori abzuleiten; allein diese Erklärungen sind von der älteren nicht wesentlich verschieden, und in der Weise wie sie geben, nur auf den vorhin genannten Fall anwendbar, wo die Schwingungen sich wie zwei um Eins verschiedene ganze Zahlen verhalten, und wo beide Regeln zusammentreffen. Noch weniger sind die Combinationstöne höherer Ordnung erklärt. Poggendorff (in s. Annal. XXXII. 520.) weist auf diese Mängel hin und zeigt, wie aus dem von Young aufgestellten, und auch von ihm schon auf diesen Fall angewendeten Princip der Interferenzen (Gilb. Ann. XXII. 348.) die Erscheinung in allgemeinerer Weise zu berechnen sein würde, indem man in dem aus zwei Wellenzügen resultirenden Wellensysteme, das eine Reihe grösserer und kleinerer Verdichtungs- und Verdünnungsmaxima enthält, nicht allein die absoluten Maxima, sondern überhaupt alle stärker hervortretenden zu berücksichtigen habe. Da die allgemeine Lösung des Problems, in diesem Sinn gefasst, bedeutende Schwierigkeit hat, so berechnet er beispielsweise den Fall 5:8.

Nimmt man zwei in einerlei Richtung fortschreitende und ihre Schwingung zugleich beginnende Wellenzüge von gleicher Amplitude, deren Wellenlängen sich wie 5:8 verhalten, und berechnet die aus beiden resultirende Ablenkung der Lufttheilchen, welche auf einem Raum von resp. 8 und 5 Wellen der erzeugenden Töne liegen, so findet man auf diesem Raume drei um gleiche Zwischenräume von einander entfernte Stellen, wo ein bedeutendes positives Maximum der Ablenkung einem negativen nahe liegt, so dass an diesen drei Stellen die resultirende Amplitude die drei bedeutendsten Maxima (von beinahe gleicher Grösse) erhält, wodurch dann, übereinstimmend mit der Erfahrung, der Combinationston 3 entstehe. Allein es darf dabei nicht übersehen werden, dass an diesen drei Stellen abwechselnd einmal das positive Maximum der Ablenkung dem negativen, das andere Mal das negative dem positiven vorangeht, so dass, wenn im einen Falle Verdichtung stattfindet, im andern Verdünnung stattfinden muss. Es ist also nicht die Zahl der Verdichtungen drei, und die der Verdünnungen ebenfalls, sondern beide zusammen betragen drei, und der Combinationston sollte hiernach unter den der Rechnung zum Grunde liegenden Voraussetzungen nicht 3, sondern $\frac{3}{2}$ sein (übrigens auch nicht genau, sondern um mehr als einen halben Ton höher, da die Abstände jener Stellen von einander etwas weniger als ein Drittel des ganzen Raumes betragen. — Man kann nicht zweifeln, dass die Erscheinung der Combinationstöne und Stösse aus dem Princip der Interferenz erklärt werden muss, allein sie ist, wie werthvoll auch die angeführten Arbeiten sind, doch einer weiteren Untersuchung nicht nur von Seiten der Theorie, sondern auch der Empirie eben so fähig als bedürftig. — (s. auch den Art. Stösse.) S.

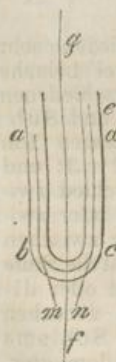
Comma. Mit diesem Namen bezeichnet man verschiedene sehr kleine Toustufen, welche den Unterschied zwischen zwei beinahe gleichen und daher in der Ausübung meistens nicht unterschiedenen Intervallen ausmachen. (Vergl. zuvor die Art. Addition und Subtraction.) — Der Unterschied zwischen dem grossen ganzen Ton 8:9 und dem kleinen 9:10 ist die Stufe 80:81 oder $5 \cdot 2^4 : 3^4$ und wird das syntonische Comma genannt. — Der Unterschied zwischen zwölf Quinten $2^{12} : 3^{12}$ und sieben Octaven 1:2⁷, oder zwischen fünf Octaven 1:2⁵ und zwölf Quartan $3^{12} : 4^{12}$, oder zwischen sechs grossen ganzen Tönen $8^6 : 9^6$ und einer Octav 1:2 ist die Stufe $2^{12} : 3^{12} = 524288 : 531441$, welche das pythagoräische oder ditonische Comma genannt wird. — Der Unterschied zwischen dem pythagoräischen und syntonischen Comma ist das Schisma $2^{12} : 5 \cdot 3^8 = 32768 : 32805$. — Der Unterschied zwischen dem grossen halben Ton 15:16 und dem kleinen 24:25, so wie zwischen einer Octav 1:2 und drei grossen Terzen $4^2 : 5^3$ ist die kleinere Diësis $5^3 : 2^7 = 125 : 128$. — Der Unterschied zwischen vier kleinen Terzen $5^4 : 6^4$ und einer Octav 1:2 ist die grössere Diësis $5^4 : 2^3 \cdot 3^4 = 625 : 648$. Der Unterschied der beiden Diësen ist wieder das syntonische Comma. — Der Unterschied zwischen der kleinen Diësis und dem syntonischen Comma ist das Diaschisma $3^4 \cdot 5^2 : 2^{11} = 2025 : 2048$. — Es betragen sehr nahe

10	Schisma	ein Diaschisma,
11	-	ein syntonisches Comma,
12	-	ein pythagoräisches Comma,
21	-	eine kleine Diësis,
32	-	eine grosse Diësis,

mit einem Fehler, der in den drei ersten Fällen $2^{161} : 3^{54} . 5^{12}$, bei der kleinen Diësis doppelt und bei der grossen dreimal so viel beträgt. S.

Communicationsrohr heisst eine Röhre, die man in Gebäuden, auf Schiffen u. s. w. von einer Stelle bis zu einer anderen leitet, um den Schall der Stimme auf diesem Wege gehen zu lassen, da sich derselbe in Röhren wegen der mangelnden Ausbreitung wenig oder gar nicht schwächt. Die ziemlich enge Röhre, die nicht gerade zu sein braucht und daher an den Wänden fortgeführt werden kann, ist an den beiden Enden erweitert, um den Schall aus- und einzulassen. Ein ausgezeichnetes, von Biot beobachtetes Beispiel jener Wirkung der Röhren ist im Artikel „Fortpflanzung des Schalles“ erwähnt. Auch hat man dieselben zu Täuschungen benutzt, wie diess bei den sprechenden Köpfen der Alten, und auf eine einfache, aber artig versteckte Weise bei dem sogenannten unsichtbaren Mädchen geschah, und auf ähnliche Weise zuweilen noch geschieht, um eine leblose Figur Antworten auf vorgelegte Fragen ertheilen zu lassen. S.

Communicirende Röhren, Gesetz derselben. Es sei



abcd eine Röhre, deren innere Wände einen unendlich dünnen, fadenförmigen, in einer Verticalebene *afd* befindlichen, auf beiden Seiten der Verticallinie *fg* gleichgestalteten Raum begrenzen. Ist dieser Raum bis zu gleicher Höhe in beiden Schenkeln mit einer tropfbaren Flüssigkeit angefüllt, auf welche ausser der Schwere und dem Widerstand der Röhre keine Kräfte von Aussen einwirken, und ist die Dichtigkeit der Flüssigkeit entweder überall dieselbe, oder eine Funktion der Entfernung von einer durch die Oberflächen *a* und *d* gehenden Horizontalebene; so wird schon in Folge der symmetrischen Gestalt der Röhre die Flüssigkeit nothwendig im Gleichgewicht sein, da das Streben irgend eines Theilchens *b*, sich in der Richtung der Tangente *bm* fortzubewegen, und den vor ihm liegenden Theil *bcd* des Flüssigkeitsfadens vor sich her zu schieben, durch ein gleiches aber entgegengesetztes Streben eines gleichliegenden Theilchens *c* in dem anderen Schenkel genau aufgehoben wird. Aus demselben Grunde wird auch das Gleichgewicht bestehen, wenn beide Oberflächen *a* und *d* einen gleichen Druck, wie z. B. den der Atmosphäre, zu erleiden haben. Ist aber der Druck auf eine der beiden Oberflächen *d* grösser als auf der anderen, indem sich z. B. über derselben noch eine Flüssigkeitssäule *de* befindet; so erleidet jedes Theilchen *c* in der Richtung *cn* einen grösseren Druck, als ein gleichliegendes Theilchen *b* des anderen Schenkels in der Richtung *bm*, und die Flüssig-

keit wird sich, da wegen der vollkommenen Verschiebbarkeit der Theilchen (siehe p. 97) und des angenommenen Mangels an Reibung an den Wänden der Röhre, auch der kleinste Ueberschuss der Kraft eine Bewegung hervorbringt, in dem Schenkel *fa* heben und in dem Schenkel *fd* senken, und so in eine unendliche Menge auf einander folgender Oscillationen versetzt werden.

Untersuchen wir nun die Gestalt der Oberfläche einer in einem beliebig gestalteten Gefässe enthaltenen Flüssigkeit im Zustande des Gleichgewichts unter der Voraussetzung, dass die Dichtigkeit der Theilchen in gleicher verticaler Entfernung von der Oberfläche dieselbe sey, und ausser der auf alle Theilchen in parallelen Richtungen wirkenden Schwere und einem auf alle Punkte der Oberfläche gleichen äusseren Druck weiter keine Kräfte von Aussen einwirken. Diese Voraussetzung entspricht den in der Natur gegebenen Bedingungen, sofern wir von der Molecularwirkung der Wände des Gefässes auf die anliegenden Flüssigkeitstheilchen abstrahiren, die Dimensionen des Gefässes in Verhältniss zur Entfernung desselben vom Mittelpunkt der Erde als sehr klein und den Luftdruck auf die Oberfläche der Flüssigkeit in allen Punkten als gleich annehmen.



Denken wir uns im Innern der Flüssigkeit eine beliebige Fläche *a*. Offenbar werden die unmittelbar über der Fläche befindlichen Theilchen durch ihr eigenes Gewicht und durch das Gewicht der über derselben stehenden Flüssigkeit gegen die Fläche gedrückt. Da aber ungeachtet der vollkommenen Verschiebbarkeit der

Theilchen die Bewegung gleich Null ist, so muss dieser Druck durch einen gleichen und entgegengesetzten Druck der unter der Fläche befindlichen Theilchen aufgehoben werden. Substituiren wir die obere oder untere Seite der Fläche durch die Oberfläche einer festen Wand, so ist ihr Widerstand gleich und entgegengesetzt jedem auf sie ausgeübten Druck, also äquivalent dem Gegendruck der auf der anderen Seite der Fläche liegenden Flüssigkeitstheilchen, und der Zustand des Gleichgewichts bleibt ungeändert. Könnte man daher, ohne die augenblickliche Lage der Theilchen zu stören, eine gewisse Menge derselben durch eine feste Wand von der übrigen Masse absondern, so würden die abgesonderten Theilchen auch nach der Absonderung im Gleichgewicht verharren, indem der Widerstand der Wand die Gegenwirkung der angrenzenden Theilchen genau ersetzte; der Mangel an Gleichgewicht aber in der abgesonderten Masse würde beweisen, dass die Flüssigkeit auch vor der Absonderung sich nicht im Gleichgewicht befunden habe.

Nehmen wir nun an, dass auf diese Weise ein unendlich dünner Flüssigkeitsfaden von obiger Gestalt, welcher zwei beliebige Punkte der Oberfläche *b* und *d* mit einander verbindet, durch eine oben offene Röhre von dem Uebrigen abgesondert wäre, und, da dieselbe nur den Druck der angrenzenden Flüssigkeit ersetzen soll, wegen der vollkommenen Verschiebbarkeit der Theilchen, keine Reibung an den Wänden der Röhre stattfindet. Unter dieser Voraussetzung kön-

nen nach dem Obigen die Theile des Fadens nur dann im Gleichgewicht sein, wenn die beiden Punkte *a* und *b* in gleicher Höhe liegen. Und da diese Folgerung für je zwei Punkte der Oberfläche statt findet, so ergibt sich, dass sämtliche Punkte der freien Oberfläche eine Horizontal-Ebene bilden.

Denken wir uns nun einen zusammenhängenden Theil der Flüssigkeit ohne Aenderung der gegenseitigen Lage der Theilchen durch oben offene Gefäße *efghio* von dem Uebrigen abgesondert, so wird der abgesonderte Theil für sich im Gleichgewicht bleiben, und die Gestalt der freien Oberfläche so wie die Gleichheit des Niveau's behalten. Versucht man aber das Niveau in einem dieser Gefäße, z. B. in *ef* durch Hinzugießen von Flüssigkeit zu erhöhen, so wird der Druck in jedem Querschnitt desselben, wie in *f*, welcher vorher auf beiden Seiten völlig gleich war, jetzt auf der einen Seite das Uebergewicht erhalten, und die Flüssigkeit wird sich von *f* nach *m* bewegen, wenn nicht durch gleichzeitiges Zugießen in den anderen Räumen ein gleicher Gegendruck hervorgebracht wird. Daraus folgt,

dass eine in communicirenden Gefässen bis zu der zur Communication erforderlichen Höhe enthaltene Flüssigkeit, auf welche ausser der Schwere und einem gleichen Druck auf alle Punkte der freien Oberfläche keine anderen äusseren Kräfte einwirken, sich dann und nur dann im Gleichgewicht befindet, wenn die Punkte der Oberfläche alle in einer Horizontal-Ebene liegen.

Befinden sich die Querschnitte *f*, *g* und *i* in derselben Horizontal-Ebene, so ist die Flüssigkeit unter denselben für sich im Gleichgewicht. Also wird, wenn wir den Druck auf *e*, *h* und *o* gleich Null setzen, die Flüssigkeitssäule *ef* durch die Säulen *hg* und *oi* im Gleichgewicht gehalten, oder der Druck auf *f* durch die Drucke auf *g* und *i* aufgehoben. Ist die Säule *fe* cylindrisch und vertical, so ist der Druck auf *f* gleich dem Gewicht derselben, da man ohne Störung des Gleichgewichts die Flüssigkeitstheilchen unveränderlich mit einander verbinden könnte, und dann den Druck eines in der cylindrischen Röhre *ef* ohne Reibung gleitenden Stempels haben würde. Bezeichnen wir das specifische Gewicht der Flüssigkeit (wegen der geringen Compressibilität des Tropfbarflüssigen als constant angenommen) durch *d*, den Flächeninhalt des Querschnitts *f* durch *f* und die Höhe der Säule *ef* durch *h*; so ist das absolute Gewicht der letzteren, also der Druck auf *f*, gleich *dhf*. Offenbar aber würde das Gleichgewicht fortbestehen, wenn derselbe Druck auf *f* durch irgend ein anderes Mittel ausgeübt würde, wie durch eine cylindrische Säule einer anderen Flüssigkeit von der Dichtigkeit *d'* und der Höhe *k* unter der Voraussetzung, dass $dhf = d'h'f'$ oder

$$dh = d'h'$$

Und da diese neue Säule für sich durch eine communicirende in einem beliebig gestalteten Gefäss enthaltene Flüssigkeit von derselben Dichtigkeit und Höhe im Gleichgewicht gehalten wird, also durch dieselbe ersetzt werden kann; so folgt,

dass communicirende, in beliebig gestalteten Gefässen enthaltene Flüssigkeitsmengen, deren Dichtigkei-

ten $d, d', d'' \dots$ und deren Höhen $h, h', h'' \dots$, einander das Gleichgewicht halten, wenn

$$dh = d'h' = d''h'' \dots$$

Hieraus ergibt sich dann weiter der Satz,

dass in communicirenden Gefässen, welche alle bis zu der nämlichen, zur Communication hinreichenden Höhe mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, Gleichgewicht statt findet, wenn in den einzelnen Gefässen über dieser Höhe noch verschiedene Flüssigkeiten stehen, und zwischen den Dichtigkeiten $d, d', d'' \dots$ und Höhen $h, h', h'' \dots$ derselben in einem, den Dichtigkeiten $D, D', D'' \dots$ und Höhen $H, H', H'' \dots$ in einem andern, den Dichtigkeiten $\delta, \delta', \delta'' \dots$ und Höhen $\delta, \delta', \delta'' \dots$ in einem dritten Gefäss etc. die Gleichung besteht:

$$dh + d'h' + d''h'' \dots = DH + D'H' + D''H'' \dots = \delta h + \delta' h' + \delta'' h'' \dots$$

Dieses Gesetz nennt man das Gesetz der communicirenden Röhren.

Rr.

Commutator. Eine von Jacobi angegebene, dem Blitzrade analoge Vorrichtung zur häufigen Unterbrechung eines elektrischen Stromes. In der Peripherie einer senkrechten Kupferscheibe sind Einschnitte mit eingekittetem Glas ausgefüllert, so dass ein auf dem Umfang der Scheibe schleifender Drath bei der Umdrehung derselben eben so lange das leitende Kupfer als die nicht leitende Unterbrechung berührt. Mehrere solche Scheiben auf einer Drehungsachse so gestellt, dass die Glasunterbrechungen der einen den Kupferstellen der andern entsprechen, erlauben den Strom bei der Unterbrechung sogleich umzukehren. Solche Vorrichtungen sind daher bei Maschinen anwendbar, bei welchen eine ununterbrochene Drehung dadurch hervorgebracht wird, dass ein in Beziehung auf einen andern Magneten sich einstellender Electromagnet seine Pole wechselt, wobei die Anziehung unmittelbar in Abstossung verwandelt wird und eine weitere halbe Drehung beginnt, die durch einen neuen Wechsel sich in demselben Sinne fortsetzt.

D.

Compass. Der Compass, über dessen Erfinder man nichts Entschiedenes weiss, ist eine für den Schiffsgebrauch bestimmte Declinationsnadel, welche in ihrer Mitte mit einem konoidischen Hütchen aus geschlagenem Messing oder Achat zur Aufnahme der Stahlspitze (Gnomon), auf welcher dieselbe schwebt, versehen ist. Die Nadel desjenigen Compasses, welcher zur Bestimmung des Laufes der Schiffe dient (Steuercompass), ist mit einer kreisförmigen auf Marienglas geklebten Papierscheibe (der Windrose) bedeckt, deren Rand in 360 Grade getheilt ist, und welche überdies auf ihrer Fläche eine besondere Theilung in 32 Theile (die Striche der Windrose) enthält, denen von N. nach O. herum die bekannten Bezeichnungen N, NiO, NNO, NOiN, NO, NOiO, ONO, OiN, O, etc. beigefügt sind. Sie befindet sich zunächst in einer cylindrischen, oben offenen kupfernen Dose, die an zwei gegenüberliegenden Punkten in einem Ringe aufgehängt ist, während dieser Ring wiederum durch zwei Stübe, welche von jenen Stützpunkten um 90° abstehen, und in

einem hölzernen (oben mit einem Glasdeckel versehenen) Kasten befestigt sind, so getragen wird, dass er sich um diese Stifte frei bewegen kann, und der Compass an den Schwankungen des Schiffes nicht Theil nehmen kann. Ein schwarzer Strich auf weissem Grunde in dem Gehäuse giebt die Richtung des Schiffes an, und muss vom Steuermann auf den vorgeschriebenen Strich der Windrose gehalten werden.

Derjenige Compass, welcher zur Bestimmung des Azimuths der Sonne auf Schiffen dient (Azimuthal-Compass), ist mit Dioptern versehen, und unterscheidet sich von dem vorigen überdies dadurch, dass die Nadel statt einer Windrose einen leichten, versilberten, sorgfältiger in Grade getheilten Kreis von Messing trägt, und dass an der Dose ein Drücker zur Feststellung des Kreises angebracht ist. Ueberdies ist er auf ähnliche Weise in zwei concentrischen Ringen aufgehängt, welche um zwei einander senkrecht kreuzende Axen freie Bewegung haben, um die Schiffsschwankungen unschädlich zu machen. Die Stifte, welche den äusseren Ring tragen, befinden sich an einem Bügel, der auf einem dreifüssigen Stativ aufgeschraubt ist. R.

Compensation. Man bezeichnet mit diesem Worte vorzüglich die Vorrichtungen, durch welche man den störenden Einfluss der Temperatur auf den regelmässigen Gang der Uhren aufzuheben sucht.

Bei Pendeluhren wird die Regelmässigkeit des Ganges durch die bei gleichbleibender Temperatur als isochron anzusehenden Schwingungen des Pendels hervorgebracht. Mit dem Wechsel der Temperatur aber verändert sich die Länge des Pendels, und da die Schwingungszahlen sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln der Pendellängen verhalten; so wird der Gang der Uhr, je nachdem sich das Pendel verlängert oder verkürzt, verzögert oder beschleunigt. Ist z. B. die Pendelstange von Eisen, so wird durch eine Temperaturerhöhung von 10° R., da sich das Eisen dadurch um 0,000146 verlängert, der Gang der Uhr in dem Verhältniss von $\sqrt{1,000146} : 1 = 1,000073 : 1$, also in 24 Stunden um $0,000073 \times 24 \times 60 \times 60 = 6,3$ Secunden verzögert. Auf den Sternwarten, wo nicht geheizt werden darf, und der Temperaturunterschied im Sommer und Winter leicht 40° R. beträgt, kann daher die Aenderung im Gang einer Uhr bis zu mehr als 25 Secunden täglich steigen.

Aehnlicher Art ist der Einfluss der Temperatur auf den Gang der transportablen Uhren. In diesen wird das Pendel durch die Unruhe vertreten, welche vermittelt einer Spiralfeder in pendelartige, bei unveränderter Temperatur isochrone Schwingungen versetzt wird. Bei Erhöhung der Temperatur dehnen sich Feder und Unruhe aus, wodurch gleichzeitig die Kraft der Feder geschwächt und das Trägheitsmoment der Unruhe vergrössert, also der Gang der Uhr auf zwiefache Weise verzögert wird.

Die Vorrichtungen der Compensation bezwecken nun, entweder die Entfernung des Aufhängepunktes des Pendels von dem Schwingungspunkt unverändert zu erhalten, oder das Trägheitsmoment der Unruhe beim Temperaturwechsel so zu ändern, dass ungeachtet der verminderten Kraft der Feder der Isochronismus der Schwingungen erhalten werde.

1) Das Quecksilberpendel besteht aus einer eisernen Pendelstange, an deren unterem Ende ein eiserner Rahmen angeschraubt ist, welcher ein cylindrisches Gefäß mit Quecksilber trägt. Ist das Gewicht der Pendelstange gering in Verhältniss zum Gewicht des Quecksilbers, so kann annäherungsweise die Mitte des Quecksilbercylinders als der Schwingungspunkt des Pendels angesehen werden. Bezeichnet h die halbe Höhe des Quecksilbers, l die Entfernung des Schwingungspunktes vom Aufhängepunkt, α die spezifische Ausdehnung des Eisens, β die des Quecksilbers; so wird bei einer Temperaturerhöhung von t° durch die Ausdehnung des Eisens der Boden des cylindrischen Gefäßes um $\alpha t (l + h)$ von dem Drehpunkte entfernt, gleichzeitig aber durch die Ausdehnung des Quecksilbers die Mitte des Quecksilbercylinders oder der Schwingungspunkt dem Aufhängepunkt um $\beta t h$ näher gerückt, und die Entfernung beider Punkte bleibt unverändert, wenn $\alpha t (l + h) = \beta t h$, oder

$$h = \frac{\alpha l}{\beta - \alpha}$$

Nimmt man für l den einem Sekundenpendel in Berlin zugehörigen Werth, nämlich $\frac{g}{\pi^2} = \frac{31,26}{\pi^2} = 3,17$ pr. Fuss oder 38 pr. Zoll, für die spezifischen Ausdehnungen des Eisens und des Quecksilbers 1 und 15, so ist

$$h = \frac{38}{14} = 2,7 \text{ Zoll,}$$

also die Länge des ganzen Quecksilbercylinders 5,4 pr. Zoll. Diese Bestimmung ist indess nur als angenäherter Werth zu betrachten. Die genaue Entfernung des Quecksilbergefäßes von dem Aufhängepunkt, zu deren Regulirung die den Rahmen befestigenden Schrauben dienen, so wie die genaue Menge des Quecksilbers muss für jedes Pendel besonders durch Versuche bestimmt werden. Am kürzesten und bequemsten verfährt man, wenn man die Uhr mit dem Pendel in einem besonderen Raum erhitzt und die Stellung des Rahmens so wie die Menge des Quecksilbers so lange abändert, bis die Uhr in der höheren und in gewöhnlicher Temperatur denselben verlangten Gang zeigt, wodurch man zugleich die Wirkung der Wärme auf die übrigen Theile der Uhr mit compensirt.

2) Das Rostpendel. Dasselbe besteht aus mehreren niedergehenden Eisenstangen, welche mit einer oder mehreren aufsteigenden Stangen von einem sich stärker ausdehnenden Metall so verbunden sind, dass die Ausdehnung der letzteren die Ausdehnung der ersteren aufhebt, und so der Ort der zuletzt mit einer Eisenstange verbundenen schweren Linse fast ungeändert bleibt. Nimmt man den Mittelpunkt der Linse als den Schwingungspunkt des Pendels an, und ist die Länge sämmtlicher niedergehenden Eisenstangen, bis zum Mittelpunkt der Linse gerechnet, a , die Länge der sämmtlichen aufsteigenden Stangen des anderen Metalls b , die spezifische Ausdehnung der beiden Metalle α und β ; so wird der Schwingungspunkt unverändert und die Schwingungen werden isochron bleiben, wenn $a\alpha = b\beta$, oder, da $b = l + a$, wo l die Entfernung des Aufhängepunktes vom Schwingungspunkt bezeichnet, wenn

$$b = \frac{l\alpha}{\beta - \alpha}$$

Sind die aufsteigenden Stangen von Messing, so ist das Verhältniss der specifischen Ausdehnungen beinahe 5 : 8, also

$$b = \frac{5}{3} l,$$

woraus hervorgeht, dass wenigstens zwei compensirende Messingstangen genommen werden müssen. Für Zinkstangen ist, da die specifische Ausdehnung des Eisens zu der des Zinks sich ungefähr verhält wie 7 : 18

$$b = \frac{7}{11} l.$$

Der Symmetrie und Festigkeit wegen ist man genöthigt, die verschiedenen Stäbe, mit Ausnahme desjenigen, welcher verlängert durch den Aufhängepunkt geht, zu verdoppeln.

Für zwei solche symmetrischen Stäbe ist (da sie nur wie ein einziger wirken) in der vorstehenden Rechnung nur Einer genommen. Der mittlere Gang der Uhr wird durch Höher- oder Tiefer-Schrauben der Linse, die Compensation aber dadurch berichtigt, dass man die Verbindung der mittelsten Stange mit den beiden nächsten Stäben, oder überhaupt zwei symmetrische Verbindungen, höher oder tiefer anbringt.

3) Compensation durch Hebel. Bei der elegantesten Construction dieser Art von Ellicot ist ein der Pendelstange paralleler messingener Stab mit seinem oberen Ende an derselben befestigt, und drückt mit seinem unteren Ende auf die kürzeren Arme zweier, symmetrisch an der Pendelstange befestigten Hebel, welche auf ihren längeren Armen die durch eine Feder unterstützte Linse tragen. Man sieht, dass diese Einrichtung zum Zweck hat, den bei einer einzigen Messingstange nicht hinreichenden Ueberschuss der Ausdehnung des Messings über das Eisen im Verhältniss der kürzeren Hebelarme zu den längeren zu verstärken. Um das Pendel zu stellen, wird entweder ein Laufgewicht an der Pendelstange auf und nieder bewegt, oder der Aufhängepunkt des Pendels verändert. Die Compensation wird dadurch regulirt, dass man vermittelst Schrauben die Punkte in welchen die Linse auf den längeren Hebelarmen aufliegt, dem Hypomochlium näher bringt, oder sie von demselben entfernt.

4) Compensation von Eisen und Eisen. Bei dieser wird das Pendel nicht an der Uhr, sondern an der Wand, an welcher die Uhr hängt, befestigt. Man bringt in die Wand horizontal den kürzeren Schenkel einer rechtwinklich gebogenen Eisenstange, so dass der andere Schenkel, welcher etwas länger ist, als die Länge des Pendels, vertical nach oben gerichtet ist. An dem oberen Ende dieser aufsteigenden Stange wird wieder ein kurzer horizontaler Eisenstab befestigt, welcher an einer etwa 3 Zoll langen, dünnen Stahlfeder das Pendel trägt. Von der Wand aus geht eine Zwinde, welche die Stahlfeder so umfasst, dass sie sich in derselben auf und nieder schieben kann, und den Drehpunkt des Pendels bestimmt. Dürfte man die Wand als unausdehnbar durch die Wärme ansehen, so würde das Pendel bei allen Temperaturen eine unveränderte Länge behalten, wenn sich der Befestigungspunkt in gleicher Höhe mit dem Schwingungspunkt des Pendels befände. Da aber die Wand wie jeder andere Körper der Ausdehnung durch die Wärme unterworfen

ist, so muss jener Befestigungspunkt so tief unter dem Schwingungspunkt des Pendels liegen, dass die Ausdehnungen eines Eisenstabes, dessen Länge dem Niveau-Unterschiede dieser beiden Punkte gleich wäre, eben so gross ist, als die verticale Ausdehnung der Wand von dem Befestigungspunkt bis zur Höhe des Drehungspunktes des Pendels. Man sieht leicht, dass durch Verschiebung der Zwinge die Länge des Pendels und durch Verschiebung der Linse die Compensation berichtigt werden kann. Indessen wird die ungleiche Biegsamkeit der Stahlfeder an verschiedenen Stellen derselben nie einen vollkommenen Isochronismus der Schwingungen gestatten.

5) Compensation durch thermometrische Federn. Verbindet man einen messingenen Streifen mit einem eisernen, so dass beide nur einen Streifen, eine thermometrische Feder, ausmachen, so wird derselbe, wenn er bei einer gewissen Temperatur gerade ist, sich bei höherer Temperatur so krümmen, dass die Messingseite convex ist, bei niedrigerer Temperatur aber die umgekehrte Krümmung annehmen. Bringt man nun an die Enden eines solchen zusammengesetzten Streifens, als Verlängerungen desselben, zwei männliche Schrauben an, auf welche man zwei Gewichte schraubt, und befestigt dann den Streifen in seiner Mitte, die Messingseite nach unten, an einer eisernen Pendelstange, so werden die Gewichte, wenn das Pendel durch Erwärmung verlängert wird, sich heben, und umgekehrt, mithin, bei geeigneter Schwere und Entfernung von der Pendelstange, die Wirkung der Wärme compensiren.

6) Chronometer. Das Pendel der tragbaren Uhren ist, wie oben bemerkt, die durch eine Spiralfeder in Schwingung gesetzte Unruhe. Um diesen Apparat zu compensiren, befestigt man an die Enden der Unruhe in symmetrischer Lage zwei in Form eines Kreisbogens gekrümmte thermometrische Federn, welche ihre concave Eisen- oder Stahl-Seite dem Centrum der Unruhe zukehren, und ein verschiebbares Gewicht tragen. Bei höherer Temperatur wird die Krümmung der Federn verstärkt und dadurch jedes der beiden Gewichte dem Centrum genähert, so dass durch diese Verminderung des Trägheitsmomentes die Abnahme der Federkraft und die Vergrößerung des Trägheitsmomentes der Unruhe compensirt werden kann. Zuweilen giebt man, um die Schwerpunkte der Gewichte und der Unruhe möglichst in gerader Linie zu erhalten, den thermometrischen Federn, welche dann mit ihrem einen Ende am Centrum der Unruhe angebracht werden, die Form eines lateinischen S, dessen Hauptmasse, von Eisen oder Stahl, an der Aussenseite der beiden Krümmungen mit zwei Messingstreifen verbunden ist, und an dem von dem Centrum entfernten Ende das Gewicht trägt. Auch hat man in neuerer Zeit in London versucht, die Spiralfeder, zur Vermeidung des Rostens, von Glas zu machen. Der mittlere Gang der Uhr wird noch durch zwei besondere, an den Enden der Unruhe vermittelst Schrauben angebrachte Gewichte regulirt.

Uhren dieser Art, welche bei sorgfältiger Bearbeitung und namentlich genauer Aequilibrirung aller Theile eines sehr regelmässigen Ganges fähig sind, werden Chronometer genannt.

Die erste Ausführung einer compensirten Uhr ist von dem Londoner Uhrmacher Graham. Er versuchte anfangs die Wirkung der

Wärme auf das Pendel durch eine aufwärtsgehende Metallstange von stärkerer specifischer Ausdehnung aufzuheben. Als er aber hierzu die von ihm untersuchten Metalle zu wenig von einander verschieden fand, construirte er 1722 mit ziemlicher Genauigkeit das Quecksilberpendel. Was Graham mit Einer Compensationsstange nicht erreichen konnte, gelang dem erfinderischen Harrison durch Anwendung mehrerer messingenen Compensationsstangen, die er mit niedergehenden weichen Stahlstangen verband, und so wurde dieser der Erfinder des Rostpendels. 1738 construirte Ellicot sein elegantes Pendel mit Hebelwerk. Später wurde Harrison der Erfinder der Chronometer, deren Princip nachher Martin in Paris zur Compensation der Pendel anwandte. In den letzten Jahrzehenden des vorigen Jahrhunderts, als man mit der starken Ausdehnung des Zinks bekannt geworden war, fing man in England an, eine einzige Zinkstange zur Compensation anzuwenden. Und in neuerer Zeit bewirkte der Grossuhrmacher Möllinger in Berlin die Compensation vermittelst eines kleinen Cylinders aus einer sich sehr stark ausdehnenden Legirung von Zinn, Blei und Wismuth. Die Versuche, die Compensation durch Anwendung hölzerner Pendel, welche man, um sie vor Feuchtigkeit zu bewahren, sehr stark überfirnisste, haben nur ungenügende Resultate gegeben. Nach dem Urtheil des Uhrmachers Tiede in Berlin sind die Rostpendel aus Messing und Eisen oder weichem Stahl und nächst diesen die Quecksilberpendel die vorzüglichsten. Von diesem Künstler befindet sich eine mit Quecksilber compensirte Pendeluhr auf der Königlichen Sternwarte, deren grösster täglicher Gang, welcher nur wenige Male innerhalb eines Jahres vorkommt, weniger als 0,6 Sekunden beträgt, und von welcher Encke (Verhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften, December 1839, p. 257.) behauptet, dass wenige Uhren derselben an Genauigkeit gleich kommen. Die Chronometer desselben Künstlers erreichen fast dieselbe Genauigkeit. Rr.

Compensationspfeife. Der Ausdruck bezeichnet 1) eine Zungenpfeife, die bei stärkerem und schwächerem Anblasen einerlei Höhe behält. Da nämlich die longitudinalen Luftschwingungen, wenn sie stark sind, merklich schneller erfolgen, als wenn sie schwach sind, die transversalen Schwingungen starrer Körper aber umgekehrt, so geht an den Zungenpfeifen, wo diese beiden Arten tonfähiger Körper so vereinigt sind, dass sie nur zusammenschwingen können, der Ton bei stärkerem Anblasen in die Höhe oder in die Tiefe, jenachdem der Einfluss der Luftsäule oder der der Zunge überwiegend ist. Es giebt aber auch einen mittleren Fall, wo die Zunge den Ton um eben so viel vertieft, als die Luftsäule ihn erhöht, und diess ist dann der Fall der vorhin bezeichneten Compensation. (W. Weber in Pogg. Ann. XIV. 397.) Es gestatten also die so compensirten Zungenpfeifen ein Crescendo und Diminuendo, welches bekanntlich den gewöhnlichen Orgelpfeifen, eben wegen jener Aenderung der Tonhöhe nicht gegeben werden kann. — 2) Eine zweite Art von Compensation hat ebenfalls Weber an den Zungenpfeifen ausführen gelehrt, nämlich in Beziehung auf die Wärme, indem die Erhöhung des Tones, welche an der Luftsäule durch die Wärme entsteht, durch den Einfluss der

Zunge compensirt wird, so dass das Instrument bei verschiedenen Temperaturen einerlei Höhe behält. (Pogg. Ann. XVII. 244.) Es kann diese Art der Compensation mit der ersteren verbunden und eine solche doppelt compensirte Pfeife vorzüglich gut als Stimpfpfeife gebraucht werden.

An den Labialpfeifen ist die erstere Compensation, für das Crescendo und Diminuendo, ebenfalls möglich, durch eine Art von Stopfen, wie dies Gottfr. Weber (Cäcilia XI. 303.) vorschlägt, oder durch mehr oder minder Decken einer zu diesem Zwecke angebrachten schmalen Oeffnung, wie dies Kaufmann an den Flötenpfeifen seines Symphonions ausgeführt hat. S.

Compensations-Saiten. Wenn eine Saite, wie gewöhnlich, zwischen zwei unveränderlichen Punkten fixirt ist, so muss mit der krummen Lage und grösseren Länge, die sie beim Schwingen erhält, eine grössere Spannung eintreten, deren Einfluss desto merklicher wird, je grösser die Amplitude der Schwingungen ist, so dass der Ton, wenn er stark ist, höher sein muss, als wenn er schwach ist. Um diesen Einfluss, wo es nöthig sein sollte, zu compensiren, schlägt W. Weber (in Pogg. Ann. XXVIII. 5.) vor, die beiden Stege, über welche die Saite zu laufen pflegt, nicht scharf, sondern abgerundet zu machen, und, indem der eine über, der andre unter der Saite angebracht wird, ihre Krümmung so zu bestimmen, dass bei stärkerem Schwingen sich, nach Maassgabe der vermehrten Spannung eine grössere Länge der Saite abwickelt, wodurch, da bei grösserer Länge der Ton tiefer wird, jener Einfluss compensirt werden kann. S.

Complementarfarben oder Ergänzungsfarben heissen jede zwei Farben, welche vereinigt weisses Licht geben. Wählt man also aus den Farben des Sonnenspectrums eine aus, so ist die Mischung aller übrigen die Ergänzungsfarbe derselben. Betrachtet man demnach Roth, Gelb und Blau als Grundfarben, so ist die Ergänzungsfarbe des Roth die Mischung aus Gelb und Blau (das Grün), die des Gelb die Mischung aus Blau und Roth (das Violett), die des Blau die Mischung aus Roth, und Gelb (das Orange). Trägt man die Farben des Spectrums in ihrer Folge und mit ihren Nüancen als Sectoren auf eine Kreisscheibe, so dass auf Roth, Grün und Violett $60\frac{1}{4}^\circ$, auf Orange und Indig $34\frac{1}{4}^\circ$, auf Gelb und Blau nahe $54\frac{1}{2}^\circ$ fallen, so sind je zwei diametral gegenüberstehende Farben mit grosser Genauigkeit Complementarfarben. R.

Compressibilität nennt man die Eigenschaft eines Körpers, durch äusseren Druck in einen engeren Raum gebracht werden zu können.

Nimmt man mit Muncke (Gehler's phys. Wörterbuch. II. 22.) an, dass die Kraft, mit welcher, so viel wir wissen, alle Körper durch Temperaturerhöhung oder Temperaturerniedrigung ausgedehnt werden, zwar sehr gross, aber doch nicht unendlich ist; so muss die Compressibilität als eine allgemeine Eigenschaft der Körper angesehen werden, da man jedenfalls die Ausdehnung durch äussere Gewalt hemmen könnte, und somit den Körper in Beziehung auf die-

jenige Temperatur, welche sein Volumen zu vergrössern strebt, comprimirt haben würde. Aber die Frage nach der Compressibilität ist zugleich die Frage, ob die Kraft, mit welcher die Theile eines Körpers bei gegebener Temperatur eine gewisse gegenseitige Entfernung zu behaupten streben, eine endliche sey? Mit grösserer Bestimmtheit liesse sich die Allgemeinheit der Compressibilität aus der, so weit die bisherigen Erfahrungen reichen, allen Körpern zukommende Fähigkeit, in longitudinale Schwingungen versetzt zu werden, ableiten, da die Fortpflanzung longitudinaler Schwingungen ohne Compressibilität nicht gedacht werden kann. Immer aber behalten die directen Erfahrungen über die Compressibilität ihren besondern Werth, da sie unsere Kenntniss des physikalischen Charakters der Körper vermehren.

Zwar zeigt die Erfahrung entschieden eine Compressibilität der Gase und des Tropfbarflüssigen, aber die Volumenverringerung der festen Körper, wenn sie einem gleichen allseitigen Druck unterworfen werden, scheint nach den directen Versuchen Oerstedt's so klein zu sein, dass ihr Betrag schwer von den Beobachtungsfehlern gesondert werden kann. Auch ist die bei einseitigem Druck stattfindende Verringerung Einer Dimension stets mit einer Vergrösserung der darauf senkrechten Dimensionen verbunden, so dass sie ohne Weiteres keinen Schluss auf eine Verringerung des Volumens erlaubt. Und wenn manche Körper, einem einseitigen oder allseitigen Druck ausgesetzt, in der That eine auffallende scheinbare Verringerung des Volumens zeigen; so liegt die Ursache derselben offenbar nur in der Verkleinerung der zwischen den eigentlichen Theilen des Körpers befindlichen Poren. So kann z. B. Holz in der Richtung seiner Fibern so stark zusammengedrückt werden, dass es, gleich darauf in Wasser geworfen, untersinkt, und Kork, unter eine Compressionspumpe gebracht, und die Luft in derselben durch schnelle und starke Stösse comprimirt, kann auf weniger als ein Drittheil seines früheren Volumens, welches er nach dem Aufhören des Drucks wieder einnimmt, gebracht werden, wodurch Leslie die Erscheinung erklärt, dass gut verkorkte leere Flaschen, 20—30 Lachter tief in die See gesenkt, sich mit Wasser füllen und verkorkt bleiben. Wenn aber zugleich Holz, 1600 Faden tief in die See gesenkt und dann wieder heraufgezogen, 0,8 seines Gewichts Wasser enthält, und im Wasser wie Steine untersinkt, so dass Schiffstrümmer aus einer gewissen Tiefe des Meeres nicht wieder hervorkommen; so ist damit die Erklärung jener scheinbaren starken Compressibilität zur Genüge gegeben. Ob die Vermehrung des specifischen Gewichts, der Cohäsion, und, nach den neueren Entdeckungen Melloni's, des Vermögens, Wärmestrahlen zu reflectiren, welche manche Metalle durch Drahtziehen, Hämmern oder Pressen erfahren, bloss eine Folge der Verminderung der Poren oder einer wirklichen Compression des Metalls ist, muss erst durch spätere Untersuchungen entschieden werden.

Betrachtet man die Dimensionen eines Körpers als Functionen des äussern Drucks, so ergiebt die Erfahrung, dass sie sich stetig mit dem Druck ändern und, falls derselbe eine gewisse Grenze nicht überschreitet, bei demselben Druck dieselben sind, also als stetige Functionen des Drucks angesehen werden können. Hieraus folgt,

dass die durch hinreichend kleine Drucke verursachten Dimensionsveränderungen dem Druck proportional sein müssen, da die Zunahmen stetiger Functionen bei hinreichend kleiner Zunahme der Veränderlichen sich wie diese Zunahmen verhalten, oder, genauer gesprochen, die Zunahmen der Veränderlichen so klein angenommen werden können, dass die Zunahmen der Functionen ihnen so nahe proportional sind als man will. In flüssigen Körpern, wo sich der Druck nach allen Seiten mit gleicher Stärke fortpflanzt, ist eine wirkliche Compression nach einer Richtung nothwendig mit einer gleichen Compression nach allen anderen Richtungen, also mit einer entsprechenden Verminderung des ganzen Volumens oder Vermehrung der Dichtigkeit verbunden. Ist die Zunahme der Dichtigkeit streng proportional der Zunahme des Drucks, so kann zwischen Dichtigkeit (d) und Druck (p) nur die Gleichung

$$d = ap + b$$

bestehen, wo a und b in Beziehung auf den Druck zwei Constante sind. Setzt man in dieser Gleichung b gleich Null, so hat man das Compressionsgesetz der Gase, so lange dieselben nicht dem Punkte ihrer Liquefaction nahe kommen, oder das Mariottische Gesetz.

Die Versuche Oerstedt's geben der Vermuthung Raum, dass die Dichtigkeit der Tropfbarflüssigen vielleicht unter eben so einfachen Gesetzen stehe. Wenigstens fand Oerstedt, dass bei Wasser die Zunahme des Drucks bis zu 70 Atmosphären der Verringerung des Volumens proportional ist, und dass die scheinbare Verschiedenheit der Compressibilität bei verschiedenen Temperaturen verschwindet, wenn man annimmt, dass das Wasser durch den Druck einer Atmosphäre um $\frac{1}{10}^{\circ}$ C. erwärmt wird. Jedoch sind die Resultate der verschiedenen Beobachter zu wenig übereinstimmend, um hierüber mit Sicherheit zu entscheiden. Während Oerstedt die Zusammendrückung des destillirten, luftfreien Wassers durch den Druck einer Atmosphäre bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit gleich 46 Milliontel des Volumens, und in Einklang mit jener Annahme die scheinbare Zusammendrückung bei 10° C. gleich 44 Milliontel findet, ist dieselbe nach Colladon und Sturm bei letzterer Temperatur 48 Milliontel, nach Canton bei 64° F. 44 Milliontel, bei 34° F. 49 Milliontel, und nach Perkins bei 50° F. gar 1 Zehntausendtel.

Nach Colladon und Sturm ist die Zusammendrückung, auf $0,76^m$ Barometerstand und 10° C. Temperatur reducirt, für

lufthaltiges Wasser	von 0° C.	durch d. Druck von 1	Atm. = 47,20 Mill.
Alkohol	v. 11,6	- - - -	der 2ten Atm. = 92,87 -
Alkohol	v. 11,6	- - - -	der 9ten Atm. = 90,24 -
Alkohol	v. 11,6	- - - -	der 21sten Atm. = 85,80 -
Schwefeläther	v. 0	- - - -	der 3ten Atm. = 130,00 -
Schwefeläther	v. 0	- - - -	der 24sten Atm. = 118,50 -
Schwefeläther	v. 11,4	- - - -	der 3ten Atm. = 146,00 -
Schwefeläther	v. 11,4	- - - -	der 24sten Atm. = 138,00 -
gesättigte Ammoniak-			
lösung	v. 20	- - - -	von 1 Atm. = 34,70 -
Salpeteräther	v. 0	- - - -	von 1 Atm. = 68,20 -
Essigäther	v. 0	- - - -	der 1sten Atm. = 76,00 -
Essigäther	v. 0	- - - -	der 16ten Atm. = 68,00 -

Chlorwasserstoffsäure v. 11,2°C. durch d. Druck der 1—3ten Atm. =	82,60	Mill.
Chlorwasserstoffsäure v. 11,2 - - - - - der 6—12ten Atm. =	78,95	-
Essigsäure v. 0 - - - - - von 1 Atm. =	39,00	-
concentrirte Schwefelsäure v. 0 - - - - - von 1 Atm. =	28,60	-
Salzsäure vom spec. Gew. 1,403 und v. 0 - - - - - von 1 Atm. =	32,20	-
Terpenthinöl v. 0 - - - - - von 1 Atm. =	69,70	-
Quecksilber v. 9 - - - - - von 1 Atm. =	3,00	-

Man findet die Versuche von Canton beschrieben in den Phil. Transact. für 1761, 1762, 1764, die von Perkins in Gilb. Ann. LXXII. 173., Phil. Transact. 1820. 1826. und Pogg. Ann. IX. 547.; die von Oerstedt in den Denkschriften der Copenhagener Soc. 1822., Pogg. Ann. IX. 603. XII. 158. 513. XXXI. 361. und die von Calladon und Sturm in den Ann. de Chim. et de Phys. XXXV. 113. und in Pogg. Ann. XII. 39.

Compressionspumpe, Compressionsmaschine.

Unter Compressionspumpe versteht man gewöhnlich einen nach Art der Luftpumpe gebildeten Apparat zur Comprimirung der Gase, über welchen das Nöthige unter „Luftpumpe“ vorkommen wird. Compressionsmaschine wird man dann diejenige Vorrichtung nennen, durch welche tropfbare Flüssigkeiten und mittelbar durch diese auch Gase und feste Körper comprimirt werden.

Schon Baco von Verulam versuchte Wasser dadurch zu comprimiren, dass er dasselbe in bleierne Kugeln füllte, diese dann zuschmolz und zwischen einem Schraubstock plattdrückte, wobei jedoch das Wasser durch die im Blei entstandenen Risse (nach der Meinung Baco's durch die Poren des Bleis) drang. Die ausführlichsten Versuche des 17. Jahrhunderts sind indess von den Mitgliedern der Academia del cimento zu Florenz, welche den sehr richtigen Schluss machten, dass eine Flüssigkeit, die den Schall leitet, auch comprimirt sein müsse. Sie füllten eine Kugel nebst einem Theil der daran befindlichen gläsernen, gekrümmten Röhre mit Wasser und schmolzen an das andere Ende der Röhre einen gleichfalls mit Wasser gefüllten Behälter. Hierauf umgaben sie die Kugel mit schmelzendem Eis und erhitzen den Behälter, so dass das in demselben sich ausdehnende Wasser vermittelst der in der Röhre enthaltenen Luft auf das Wasser der Kugel drücken musste. Obgleich sie auf diese Weise einen so starken Druck hervorbrachten, dass die Kugel, welche bei den ersten Versuchen von Glas war, später von Metall genommen werden musste, und die scheinbare Wirkung des Drucks noch durch die Erweiterung der Kugel vermehrt wurde; so bemerkten sie doch keine wesentliche Veränderung in dem Stand des Wassers in der Röhre, was offenbar nur durch eine Destillation des Wassers aus dem erwärmten Behälter in den kälteren Theil des Apparats erklärt werden kann. Als sie später durch Anwendung eines dem Mariotteschen ähnlichen Apparates bei einem Druck von 24 Fuss Quecksilber nicht glücklicher waren, und silberne mit Wasser gefüllte Kugeln bei heftigem Druck das Wasser eben so wie die bleiernen Kugeln Baco's durchliessen, sahen sie sich zu dem Schluss genöthigt, dass die Com-

pressibilität des Wassers nicht auf dem Wege des Experiments sichtbar gemacht werden könne.

Der Erste, welcher die Compressibilität des Wassers durch Versuche erwies, war Canton. Er füllte das zu comprimirende Wasser in ein thermometerähnliches gläsernes Gefäss, welches aus einer grösseren Kugel und einer engen, oben offenen, calibrirten Röhre bestand, deren Theile in Verhältniss zum Inhalt der Kugel durch Wägung mit Quecksilber genau bestimmt waren. Dieser Apparat, welcher nach Perkins Piezometer genannt wird, wurde dann unter einen Recipienten gebracht, die Luft in diesem durch eine Luftpumpe verdünnt und verdichtet, und die mit diesem Dichtigkeitswechsel verbundene Aenderung des Wasserstandes in der Röhre an der Bewegung einer kleinen über dem Wasser befindlichen Quecksilbermenge, welche zugleich die Verdunstung verhinderte, beobachtet. Um den störenden Einfluss des durch die Verdünnung und Verdichtung der Luft verursachten Temperaturwechsels zu vermeiden, wurde die Kugel des Piezometers unter dem Recipienten in Wasser gestellt. Der Druck der Luft betrug bei diesen Versuchen von 0 bis 3 Atmosphären. Da dieser Druck gleichzeitig die äusseren Wände des Piezometers und das in demselben eingeschlossene Wasser traf; so konnte bei Verstärkung des Drucks keine Erweiterung des Gefässes stattfinden, sondern der innere Raum desselben musste sich eben so vermindern, als ob das ganze Piezometer eine solide Glasmasse gewesen wäre. Die von Canton bei Verstärkung und Abnahme des Drucks beobachtete Verkürzung und Verlängerung des in der engen Röhre befindlichen Flüssigkeitsfadens war daher jedenfalls noch um die Aenderung des inneren Raumes der Kugel geringer als die wirkliche Compression oder Dilatation des Wassers, doch ist der Fehler, den Canton beging, indem er sie derselben gleich setzte, wegen der geringen Compressibilität der festen Körper, kaum grösser, als die mit diesen Versuchen verbundenen Beobachtungsfehler.

Ogleich Canton auf diese Weise zuerst die Compressibilität des Wassers und später auch die anderer Flüssigkeiten durch sehr genaue Versuche unwiderleglich dargethan hatte, so schenkte man denselben doch kein rechtes Vertrauen, bis Perkins durch weniger genaue aber mehr eclatante Versuche die Zusammendrückbarkeit des Wassers für bis zu 2000 Atmosphären gesteigerte Druckkräfte nachwies.

Die ersten Versuche Perkins sind vom Jahre 1819, wo er unter anderen das mit Gewichten beschwerte Piezometer auf einer Ueberfahrt von Nordamerika nach Europa 500 Faden tief ins Meer senkte und, nach der Berechnung des Dr. med. Roget, Resultate erhalten zu haben scheint, welche mit denen Canton's sehr übereinstimmten. Doch hielt er mit Recht das angewandte Instrument für zu wenig zuverlässig, und blieb zuletzt nach mehreren Abänderungen bei folgender Einrichtung stehen.

Das Piezometer bestand aus einem gläsernen Cylinder von fast 4 Zoll Länge und ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, versehen mit einem genau calibrirten Rohr von 9 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser. Dieser Apparat wurde mit Wasser gefüllt, dann in das enge Rohr eine Feder geschoben, deren Elasticität gerade so gross war, dass

sie sich zwar leicht verschieben liess, aber ihre Stellung von selbst nicht änderte, die Röhre darauf mit einer in sie passenden Stahlscheibe geschlossen und nun das Ganze umgekehrt und das offene Ende der Röhre in ein Gefäss mit Quecksilber getaucht. Der so eingerichtete Piezometer wurde in einen Cylinder von Stückgut gebracht, dessen Wände 6 Zoll dick waren und dessen innerer Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Zoll betrug, auf den Cylinder eine Stahlpumpe, deren Stiefel $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser hatte, fest eingeschoben, und durch kräftiges Pumpen das in dem Cylinder eingeschlossene Wasser comprimirt. Der Grad der Compression wurde an einem Ventil, welches auf einer mit dem Cylinder communicirenden Röhre ruhte, gemessen. Wurde dann die Pumpe abgeschoben und der Piezometer herausgenommen, so zeigte der Stand der Feder in der engen Röhre an, um wieviel die Stahlscheibe durch das eindringende Quecksilber gehoben, also das Wasser comprimirt worden war. Da aber die Compression stossweise geschah, so ist leicht zu erklären, dass der Stand der Feder, namentlich bei weniger starkem Druck, zu hoch, also die daraus berechnete Zusammendrückung des Wassers zu gross gefunden wurde. Auch ist die Bestimmung des Grades der Compression durch das Ventil wenig zuverlässig. Da die Dimensionen dieses Piezometers für Druckkräfte, die nicht über 1000 Atmosphären gingen, berechnet waren, so bediente sich Perkins, um die Wirkung noch stärkerer Drucke zu messen, als Piezometer einer vollkommen cylindrisch ausgeschliffenen, an dem einen Ende durch eine flache eingekittete Glasplatte verschlossenen Glasröhre, welche, mit Wasser gefüllt, einem Druck von 2000 Atmosphären ausgesetzt wurde. Oft wiederholte Versuche gaben als mittleres Resultat, dass durch diesen Druck die 8 Zoll lange Wassersäule um $\frac{3}{8}$ Zoll oder $\frac{1}{12}$ ihrer Länge verkürzt wurde, was, wenn die Verminderung des Volumens, oder, was wahrscheinlicher und nahe dasselbe ist, die Vermehrung der Dichtigkeit noch bis zu diesem Grade der Zusammendrückung dem Druck proportional gesetzt werden darf, nahe übereinstimmend mit den Resultaten von Canton, Oerstedt, Calladon und Sturm, für 1 Atmosphäre eine Zunahme der Dichtigkeit von $\frac{1}{11 \times 2000} = 45$ Milliontel geben würde.

Bei der Anwendung dieses kräftigen Apparates zur Zusammendrückung anderer Flüssigkeiten erhielt Perkins einige merkwürdige und sonderbare Resultate. Concentrirte Essigsäure, einem Druck von 1100 Atmosphären ausgesetzt, wurde schön krystallisirt gefunden, bis auf ungefähr $\frac{1}{10}$ der Flüssigkeit, welche sich schwach sauer zeigte. Ein Glasrohr, zur Hälfte mit Wasser gefüllt, wurde in umgekehrter Stellung in einen ebenfalls Wasser enthaltenden Cylinder gestellt und einem Druck von 500 Atmosphären ausgesetzt. Nach dem Herausnehmen aus der Presse fand sich alle Luft vom Wasser absorbirt, und es entwickelten sich keine Luftblasen aus dem Wasser. Als atmosphärische Luft, mit Quecksilber gesperrt, einem Druck von 600 Atmosphären ausgesetzt wurde, stand nach dem Aufhören des Drucks das Quecksilber in der Röhre um ungefähr $\frac{1}{4}$ des Volumens derselben höher als vor dem Druck, nach einem Druck von 800 Atmosphären um ungefähr $\frac{1}{3}$, von 1000 Atmosphären um $\frac{1}{2}$, und nun fingen an kleine Tropfen einer Flüssigkeit sich im oberen Theile der Röhre

zu zeigen. Bei 1200 Atmosphären war das Quecksilber um $\frac{1}{2}$ der Röhre gestiegen, und eine schöne durchsichtige Flüssigkeit, deren Menge ungefähr den $\frac{1}{1000}$ Theil der Luftsäule ausmachte, war auf der Oberfläche des Quecksilbers zu sehen. Kohlenwasserstoffgas fing bei 40 Atmosphären an flüssig zu werden, und nach einem Druck von 1200 Atmosphären war es ganz in eine Flüssigkeit verwandelt. Es erinnern diese Angaben, falls ihnen überhaupt zu trauen ist, an die von Faraday entdeckte Erscheinung, dass namentlich einige Kohlenwasserstoffarten durch starken Druck tropfbarflüssig werden, und dann sich nur langsam wieder in Gas verwandeln. Wenigstens aber sind sie in so fern unvollständig, als die Höhe, auf welcher das Quecksilber bei der Beobachtung stand, nothwendig von der Zeit abhängen musste, welche zwischen dem Aufhören des Drucks und der Beobachtung verflossen war.

Die Einrichtung Oerstedt's kann als eine Vervollkommnung derjenigen seiner beiden Vorgänger Canton und Perkins betrachtet werden.

Das Piezometer desselben hat die Form des Canton'schen und endigt in ein feines Haarröhrchen, von welchem 1 Linie nur 0,000005501 vom Inhalt der Flasche ausmacht. Indess wurde die enge Röhre nach einer späteren Einrichtung nicht an die Flasche angeschmolzen, sondern in den Hals derselben eingeschliffen, um in die Flasche Glasstücke und andere feste Körper bringen, und aus der Gesamtcompression des Wassers und der festen Körper die cubische Zusammendrückung der letzteren und damit namentlich die wegen der Contraction des Piezometers anzubringende Correction direct bestimmen zu können. Zu diesem letzteren Zwecke bediente er sich auch statt der gläsernen Flaschen bleierner Behälter, da die cubische Contraction des Bleies, wenn man sie nach der durch einseitigen Druck oder Zug in der Richtung desselben bewirkten linearen Verkürzung oder Verlängerung berechnen wollte, mehr als die Zusammendrückung des Wassers betragen, mithin eine scheinbare Ausdehnung des letzteren verursachen würde. Aber bei allen diesen Versuchen überstieg die Zusammendrückung der festen Körper kaum die Grösse der Beobachtungsfehler.

Dieses Piezometer wurde nebst einem durch Quecksilber gesperrten Manometer an einer durchbrochenen Messingplatte befestigt. Zur Aufnahme dieser Platte dient ein starker mit einem breiten metallenen Fuss versehener Glascylinder von etwa 8—10 Zoll Höhe und gegen 2 Zoll innerem Durchmesser, welcher mit Wasser gefüllt wird. Die Vermischung dieses Wassers mit der im Piezometer enthaltenen Flüssigkeit wird durch eine kleine in die Röhre gebrachte Quecksilbermenge oder durch eine Luftblase verhindert, welche zugleich als Index dient. Der Rand des Cylinders ist mit einer starken Fassung von Messing versehen, in welche eine weibliche Schraube eingeschnitten ist. Auf diese Fassung wird ein mit Fett getränkter lederner Ring gelegt und dann ein messingener Deckel mittelst eines mit demselben verbundenen und an der Aussenseite mit einer männlichen Schraube versehenen Cylinders fest aufgeschraubt. Damit das überflüssige Wasser während dieses Zuschraubens entweichen kann, ist die cylindrische Schraube oben mit einem feinen Loche durch-

bohrt, welches bei weiterem Zuschrauben durch die Schraubenmutter verschlossen wird. In der Mitte des Deckels, welcher mehr als 1 Zoll dick ist, bewegt sich in einer Stopfbüchse, deren Durchmesser 0,4—0,5 Zoll beträgt, ein messingener Cylinder von $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge, welcher durch eine mit Hebelarmen versehene Schraube, die durch einen, mit dem Deckel in Form eines Handgriffs verbundenen Bügel geht, niedergedrückt wird, und so das in dem gläsernen Cylinder enthaltene Wasser comprimirt. Dieser Apparat gestattet die Anwendung eines weit stärkeren Drucks als der Canton'sche, indem er zugleich vor dem Perkins'schen Apparat den Vorzug einer bequemeren und genaueren Beobachtung, einer allmählichen Verstärkung des Drucks und einer zuverlässigeren Messung der Stärke desselben hat.

Die Vorrichtung von Colladon und Sturm zeigt von der von Oerstedt kaum eine wesentliche Verschiedenheit. Ihr Piezometer bestand aus einem gläsernen cylindrischen Behälter, an welchen eine lange enge Röhre geschmolzen war. Derselbe wurde nebst einem Thermometer in einen starken horizontalen, an dem einen Ende verschlossenen Glascylinder von 12 Decimeter Länge gebracht. Der Cylinder wurde dann mit Wasser gefüllt, an seinem offenen Ende mit einer Pumpe verbunden, und an dem anderen Ende mit einem Kasten umgeben, welcher Wasser von einer bestimmten Temperatur enthielt. Anfangs wurde die Grösse des Drucks durch eine Quecksilbersäule gemessen, welche sich in einer 12,3 Meter langen aus an einander geschmolzenen Barometerröhren bestehenden Röhre befand, und mit dem Inneren des Cylinders communicirte. Da aber hierbei häufig Unfälle vorkamen, auch das Resultat der Messung unsicher war, so bedienten sie sich später eines Luftmanometers, welches in einen mit dem horizontalen Cylinder in Verbindung stehenden, vertikalen Glascylinder gestellt, und dessen Scale durch einen besonderen Versuch nach den Anzeigen eines in den horizontalen Cylinder gebrachten aus drei gekrümmten Röhren bestehenden Manometers bestimmt wurde. Die Temperatur des vertikalen Manometers wurde durch zwei neben dasselbe gestellte kleine Thermometer angegeben. Zum Index des Piezometers bedienten sie sich einer kleinen Luftblase oder, bei Flüssigkeiten, welche Wasser absorbiren, einer kleinen Menge Schwefelkohlenstoff. Rr.

Compressionsfeuerzeug s. Feuerzeug.

Comptonit (Thomsonit), zu Ehren des Lord Compton, krystallisirt in 2gliedrigen Säulen von 91° nach Brooke, 93° nach Brewster; weiss, von blättriger Structur, Apatithärte, spec. Gew. 2,35—2,4. Durch Säuren gelatinirend. Der Comptonit vom Seeberg bei Kaden besteht nach Rammelsberg aus 38,73 Kieselsäure; 30,84 Thonerde; 13,43 Kalkerde; 3,85 Natron; 0,54 Kali; 13,10 Wasser. (Pogg. Ann. XLVI. 286.) Findet sich auf den Kilpatrikhügeln in Schottland, Böhmen und am Vesuv. s. Thomsonit. B.

Concavlinseu s. Linsen.

Concavspiegel s. Spiegel.

Concentriren, aus der Auflösung eines Stoffes einen Theil der auflösenden Flüssigkeit entfernen. Ist diese flüchtiger als jener, z. B. Glaubersalz in Wasser gelöst, so geschieht diese Entfernung durch Abdampfen; ist aber der aufgelöste Körper der flüchtigere, so wird das Concentriren durch Destillation bewirkt, wobei das Auflösungsmittel grossentheils zurückbleibt, und nur eine kleine Menge mit dem gelösten Körper überdestillirt. So wird z. B. Weingeist in Wasser durch Destilliren wasserfreier, concentrirter. B.

Condensator. Der (von Volta erfundene) Condensator dient dazu, die Anwesenheit und Art der Elektrizität solcher Körper zu erkennen, in denen dieselbe von so geringer Intensität ist, dass sie nicht unmittelbar auf das Elektrometer wirkt. Der Gebrauch desselben ist nur dadurch eingeschränkt, dass in dem zu untersuchenden Körper entweder die fortgenommene E sich sogleich wieder ersetzen muss, (wie z. B. bei der Contact-Elektrizität sich berührender Metallplatten), oder dass die E über eine so grosse Fläche ausgebreitet sein muss, dass die Fortnahme kleinerer Mengen E keine zu merkliche Intensitätsabnahme zur Folge hat.

Das Instrument besteht im Wesentlichen aus einer vollkommen ebenen leitenden Unterlage, einem vollkommen ebenen, auf dieselbe passenden und mit einem isolirenden Handgriff versehenen, leitenden Deckel (Collectorplatte), und einer dünnen isolirenden Schicht, welche den Deckel von der Unterlage trennt. Zu Deckel und Unterlage wählt man gewöhnlich gleich grosse Metallscheiben, zur trennenden Schicht entweder eine Luftschicht, indem man auf die Unterlage in der Nähe des Randes drei gleich weit von einander entfernte gleich hohe Siegellacktröpfchen tropft, auf denen der Deckel zu ruhen kommt, oder noch besser eine Firnissschicht, indem man beide Scheiben auf den einander zugekehrten Seiten sehr dünn mit Firniss (am besten mit Bernsteinfirniss) überzieht. Beim Gebrauch wird dem Deckel, während er auf der Unterlage liegt, und während man die Rückseite der letzteren mit dem Finger ableitend berührt, die E des zu untersuchenden Körpers mitgetheilt. Diese Mittheilung geschieht dadurch, dass man jenen Körper mit dem Deckel auf einige Zeit in leitende Verbindung setzt, oder durch häufig wiederholtes wechselseitiges Berühren beider mit einem Ueberträger (einer kleinen Metallkugel mit isolirendem Handgriff). Der Deckel, welcher nach dem Aufheben die mitgetheilte E oft in solcher Intensität zeigt, dass er Funken giebt, lässt sich sodann am Elektrometer prüfen.

Der Vorgang hiebei ist folgender: Ist e die Dichte der E auf dem zu untersuchenden, etwa +elektrischen Körper A , so würde der Deckel durch die Berührung mit A Elektrizität von der Dichte e , deren Quantität = a sey, erhalten, wenn keine Unterlage vorhanden wäre. Beim Ruhen auf der Unterlage dagegen wird in der letzteren durch die Nähe der $+E$ des Deckels ein Theil der im bisherigen unelektrischen Zustand vereinigten $+$ und $-E$ zersetzt, und zwar um so mehr, je dünner die trennende isolirende Schicht ist.

Die getrennte $-E$, deren Quantität wir mit b bezeichnen wollen, wird theils durch die getrennte $+E$ der Unterlage, theils durch die $+E$ des Deckels gebunden und reagirt wiederum bindend auf die $+E$ des Deckels. Diese Reaction geschieht von Seiten des gesammten b , wenn das freie $+E$ der Unterlage durch Berührung fortgeleitet wird. Da Deckel und Unterlage nicht in vollkommener Berührung sind, so ist $b < a$; und derjenige Theil von a , welcher von b gebunden wird, ist $< b$, etwa $= a_1$, so dass die Menge der freien E des Deckels jetzt $a - a_1$ ist. Wird daher derselbe wiederum mit A in Verbindung gesetzt, so würde sich, wenn die Unterlage nicht weiter einwirkte, die Quantität freier E wieder auf a steigern, also um a_1 wachsen. Von diesem a_1 wird aber wiederum ein Theil durch neue in der Unterlage sich ausscheidende $-E$ gebunden, und der Deckel vermag nochmals dem A so viel E zu entziehen, als von neuem gebunden worden ist. Nach einer bestimmten Zahl Berührungen erhält die freie E im Deckel dieselbe Dichte, welche die E in A hat, so dass alle ferneren Berührungen unwirksam werden. Wird nun der Deckel aufgehoben, so vereinigt sich die gebunden gewesene und nun frei werdende E mit der freien Quantität a , und lässt sich am Elektrometer prüfen. — Die Zahl, welche ausdrückt, wie viel dichter die E hiedurch geworden ist, nennt man die condensirende Kraft des Condensators und lässt sich folgendermaassen finden:

Ist a die Gesammtmenge der E , welche der Deckel erhalten hat, und ma die Menge der E , welche dieses a in der Unterlage bindet, so wird m^2a die von ma im Deckel gebundene E , also $a - m^2a$ die freie E des Deckels. Es verhält sich somit die totale Menge der E zu dem freien Theil derselben wie $1 : 1 - m^2$, mithin ist $\frac{1}{1 - m^2}$ die condensirende Kraft.

Der Werth von m lässt sich durch Versuche ermitteln. Man hat nämlich nur die Grösse der E in correspondirenden Punkten des Deckels und der Unterlage (welche beide hiezu mit isolirenden Handhaben versehen sein müssen), an der elektrischen Waage einzeln zu messen, da das Verhältniss derselben direct das m giebt, falls nur beide Platten von gleicher Grösse sind. — Ein noch genaueres Resultat erhält man, wenn man die Divergenz der Goldblättchen beobachtet, welche die durch den Condensator verstärkte E eines Plattenpaares einer voltaischen Säule hervorbringt, und die Zahl der Plattenpaare bestimmt, welche nöthig ist, damit das letzte Paar dieselbe Divergenz ohne Hülfe des Condensators erzeugt, während der andere Pol der Säule mit dem Fussboden in Verbindung steht. Da nämlich die Spannungen in der Säule in arithmetischer Reihe zunehmen, so ist die Zahl der Paare der Zahl m gleich.

Gewöhnlich sind beide Scheiben des Condensators so eingerichtet, dass in ihrer Mitte Glasstangen als isolirende Handhaben eingeschraubt werden können, und dass in die Schraubenmuttern derselben zugleich eine Schraube der Messingfassung eines Elektrometers passt.

Beim Versuch wird dann die eine Scheibe auf das Elektrometer geschraubt, und die andere, nachdem man sie mit der Glasstange

versehen, aufgesetzt. Je nachdem man dann die obere oder untere als Collektoꝛplatte gebraucht, und mit der zu untersuchenden *E* ladet, während man die untere oder obere mit dem Finger berührt, divergirt nach Aufhebung des Deckels das Elektrometer mit der entgegengesetzten *E ma* oder mit der gleichnamigen *α*.

Der sogenannte doppelte Condensator ist die Verbindung eines grösseren Condensators mit einem kleineren, bei dessen Anwendung der erste direct, der zweite durch den ersten geladen wird. R.

Condensiren der Dämpfe s. Dunst.

Conductor s. Elektrisirmaschine.

Coniin, $N_2 C_{12} H_{24} O$, auch Cicutin, ein von Geiger entdecktes Alkaloid, das sich im Conium maculatum vorfindet, und am leichtesten aus dem Saamen dieser Pflanze gewonnen wird, den man zerquetscht, und so lange mit Kalilauge destillirt, als noch stark riechendes Wasser übergeht. Das Destillat wird mit Schwefelsäure gesättigt und eingedampft, darnach das schwefelsaure Coniin durch ein Gemenge von Aether und Alkohol ausgezogen, und dieses dann verflüchtigt. Den Rückstand destillirt man mit Kalilauge bis zur Trockniss, wo dann das Coniin ölarzig übergeht, und von dem mitgegangenen Wasser befreit wird. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es tropfbar, von 0,89 spec. Gew., riecht widerlich, ist schwer löslich in kaltem, schwerer in warmem Wasser, in Weingeist, Aether, ätherischen und fetten Oelen dagegen leicht auflöslich. Es siedet bei 180° , und reagirt stark alkalisch, doch nur dann, wenn es Wasser enthält. Geiger (Mag. f. Pharm. XXXV, 72 und 259.) Liebig (ebendasselbst XXXIV, 159.) M.

Conit oder Konit, ist dichter Bitterspath.

Consonant. Die Consonanten sind Geräusche, die wir durch verschiedene Stellungen und Bewegungen der Mund- und Nasentheile, durch welche die ausgeathmete Luft hindurchgeht, hervorbringen. Chladni (Gilbert's Annal. XVI. 196.) theilt die Consonanten folgendermaassen ein: I. Verschlusslaute, entstehend durch Verschlussung des Mundes und der Nase; sie heissen auch stumme Consonanten, weil sie keiner Fortdauer fähig sind, dagegen alle andern auch ohne Vocal so lange dauern können, als der Athem reicht; dahin gehören 1) Lippenverschlusslaut, *b* und *p*; 2) Gaumenverschlusslaut *d* und *t*; 3) Kehlenverschlusslaut, *g* (wie in garçon gesprochen) und *k*. II. Nasenlaute, gebildet durch Verschlussung des Mundes bei offener Nase; dahin gehören 1) Lippennasenlaut, *m*; 2) Gaumennasenlaut, *n*; 3) Kehlennasenlaut, *ng*, *ñ*; sie sind, wie die vorhergehende Abtheilung nach den verschliessenden Mundtheilen benannt. III. Stemm-laute, erzeugt durch Stemmung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den andern, nämlich 1) Lippenstemmlaut, *f* durch Stemmung einer Lippe gegen die entgegengesetzte Zahnreihe; 2) Zungenstemmlaut, *l*; 3) Gaumenstemmlaut, *j*. IV. Zischlaute, hervorgebracht durch Annäherung eines Theiles der Sprachwerkzeuge an den

ändern, nämlich 1) Lippenzischlaut, *w*; 2) Zungenzischlaut, *s*; 3) Gaumenzischlaut, *sch*; 4) Kehlenzischlaut, *ch*, auch in manchen Fällen *g* (z. B. sagen). V. Zitterlaute, erzeugt durch Zitterung gewisser Theile bei einer Annäherung wie in IV; dahin gehört nur der Zungenzitterlaut, *r*, von Manchen als Kehlenzitterlaut ausgesprochen. VI. Hauchlaute, durch einen blossen hörbaren Hauch hervorgebracht, wohin nur *h* gehört. Nach den Sprachwerkzeugen geordnet verwandelt sich diese Eintheilung in folgende: I. Lippenlaute: *b* und *p*, *m*, *f*, *w*. II. Zungenlaute: *d* und *t*, *n*, *l*, *s*, *r*. III. Gaumenlaute: *j*, *sch*. IV. Kehlenlaute: *g* und *k*, *û*, *ch*, auch das nicht gut gesprochene *r*. V. Lungenlaut: *h*. Die Unterabtheilungen für diese Eintheilung liegen im Vorhergehenden. — J. Müller (Handb. d. Physiol. II. 232.) theilt die Consonanten in I. Continuae: 1) Continuae orales durch den ganz offenen Mund: *k*; 2) Continuae nasales durch den ganz offenen Nasencanal: Chladni's Nasenlaute. 3) Continuae orales durch klappenartige Opposition von Mundtheilen gegen einander: Chladni's Stemm- und Zischlaute. II. Explosivae: Chladni's Verschlusslaute, und zwar 1) simplices: *b*, *d*, *g*; 2) aspiratae: *p*, *t*, *k*. — Ueber die (namentlich auch künstliche) Hervorbringung der Consonanten handelt ausführlich Kempelen (Mechanismus d. menschlichen Sprache, nebst Beschreibung seiner sprechenden Maschine. Wien. 1791.) S.

Consonanz. Ein Intervall wird *consonirend* oder eine *Consonanz* genannt, wenn die beiden Töne zugleich angegeben, dem Ohre einen wohlgefälligen Eindruck machen, ohne dazu eines besonderen Zusammenhanges mit vorhergehenden und nachfolgenden Tönen zu bedürfen (Vgl. Dissonanz); ebenso auch eine Zusammenstellung von mehreren Tönen (S. Accord). Es beruht aber jenes Wohlgefallen auf einer Uebereinstimmung der zusammenklingenden Töne, welche offenbar ihren Grund in der Einfachheit der Zahlen hat, durch welche das Verhältniss ihrer Schwingungen ausgedrückt wird; auch ist diese Einfachheit an sich ein so hinreichender Grund solcher Uebereinstimmung, dass man weder zu der unbegründeten Annahme einer beständig wiederholten Coincidenz der beiderlei Schwingungen, noch zu einer secundären Erscheinung, wie das Mitklingen der Beitäne (s. diese) seine Zuflucht zu nehmen nöthig hat. Die consonirenden Zweiklänge sind: die Octav 1:2, die reine Quinte 2:3 und die reine Quarte 3:4, welche man vollkommene Consonanzen zu nennen pflegt; ferner die grosse Terz 4:5, die kleine Terz 5:6, und deren Repliken die kleine Sexte 5:8 und die grosse Sexte 3:5, welche unvollkommene Consonanzen genannt werden, so wie die octavenmässigen Erweiterungen aller genannten; es sind also alle die Tonstufen consonirend, deren Schwingungsverhältniss durch die Zahlen 1 bis 5 und deren Verdoppelung ausgedrückt werden kann. Der der Zahl 7 entsprechende Ton nähert sich einigermaassen den Consonanzen, ist aber in unsern Tonleitern nicht enthalten. (Siehe den Art. J.) S.

Contactelektricität, s. Elektricität.

Contacttheorie s; Katalytische Kraft.

Contactthermometer, s. Thermometer.

Convexlinsen, s. Linsen.

Convexspiegel, s. Spiegel.

Copaivabalsam. Aus *Copaifera officinalis*. Blassgelb und durchsichtig; spec. Gew. 0,95 — 0,966, angenehm riechend, kratzend bitter schmeckend; enthält hauptsächlich Oel (s. Copaivaöl) und Harz, welche die wirksamen Bestandtheile sind. Mit Ammoniak ($\frac{1}{4}$ des Gewichts) lässt er sich klar mischen und kann dadurch von Verfälschungen unterschieden werden. M.

Copaivaharz, Copaivasäure. Alphaharz des Copaivabalsams nach Berzelius. Es kommt im Copaivabalsam vor und wird durch Auflösen desselben in kaustischem Ammoniak gewonnen. Man lässt die Auflösung längere Zeit bei einer Temperatur von 10° ruhig stehen. Die sich abscheidenden Krystalle werden mit Aether abgewaschen und in Alkohol aufgelöst. Ueberlässt man dann die Auflösung der freiwilligen Verdunstung, so krystallisirt die Copaivasäure in regelmässigen Krystallen. Auch durch Destillation des Copaivabalsams und Behandlung des Rückstandes mit Steinöl, erhält man eine Auflösung von Copaivasäure, die abgedampft eine bernsteingelbe Masse bildet, löst man diese in Weingeist auf, so schiessen daraus nach einiger Zeit regelmässige Krystalle von Copaivasäure an. Dieselbe löst sich in Weingeist, Aether, fetten und flüchtigen Oelen und in Schwefelkohlenstoff auf, die Auflösungen derselben reagiren sauer, aus der kochenden weingeistigen Lösung scheidet sich beim Erkalten ein Theil derselben in Krystallen aus. Bei erhöhter Temperatur wird die Säure zersetzt.

Die copaivasaurigen Salze sind von Rose untersucht worden, einige, wie z. B. das Silbersalz, sind krystallinisch und schwerlöslich in Weingeist. Alkalien bringen in der Auflösung der Copaivasäure keinen Niederschlag hervor, er erzeugt sich aber, sobald Wasser hinzugesetzt wird.

Nach den Analysen von Rose und Hess besteht die Copaivasäure aus $C_{16}H_{16}O = 79,27 C; 10,35 H; 10,38 O$. Sie kann als das Oxyd des Copaivaöls angesehen werden, welches 1 At. Sauerstoff aufgenommen hat. In dem Silbersalze ist das Verhältniss des Sauerstoffs der Säure, zu dem der Base wie 4 : 1, demnach wäre das Atomgewicht 4 mal so gross als das angeführte $= 4(C_{16}H_{16}O) + O_2$. (Pogg. Ann. XXXIII. 37. Hess. Journ. für prakt. Chem. Bd. XVI. p. 161. Schweitzer. Pogg. Ann. XVII. 487.) M.

Copaivaöl. *Oleum balsami copaivae*. Destillirt man den Copaivabalsam entweder für sich oder mit Wasser, so geht im letzteren Falle eine bedeutende Menge Wasser mit über, welches durch mehrmalige Rectification und durch Chlorcalcium vom Oele getrennt wird. Das Copaivaöl erscheint dann farblos, dünnflüssig, und besitzt einen aromatischen süssen Geruch. Das spec. Gew. desselben ist 0,8784, es löst sich leicht in absolutem Alkohol und Aether, und siedet bei

245°. Uebergiesst man es mit Salpetersäure, so findet in der Kälte keine Einwirkung statt, erwärmt man aber das Oel, so entsteht ein harzähnlicher Körper. Enthält die Salpetersäure salpetrige Säure, so verpufft das Oel. Giesst man das Oel in eine mit Chlorgas gefüllte weisse Glasflasche und setzt dieselbe der Einwirkung des Sonnenlichtes aus, so geht die Verbindung beider Stoffe unter heftiger Wärmeentwicklung vor sich. Das Oel färbt sich dabei zuerst gelb, dann braun, und zuletzt grün, die Wände der Flasche sind mit einer weissen krystallinischen Substanz überzogen, die bis jetzt noch nicht näher untersucht ist. Schwefelsäure färbt das Oel braunroth, Jod wird davon aufgelöst und Kalium erhält sich darin unverändert. Es besteht nach der Analyse von Blanchet aus $C_{10}H_{16}$ in 100 Theilen aus 88,46 C; 11,54 H und gehört zu der Reihe von Oelen welche aus C_2H_4 bestehen. (Ann. der Pharm. VII. 158.) M.

Copaivyl, chlorwasserstoffsäures, salzsaures Copaivaöl, Copaivacampher. Wird trocknes salzsaures Gas in Copaivaöl geleitet, so erwärmt und bräunt sich dasselbe und verwandelt sich, wenn Chlorwasserstoffgas in hinreichender Menge zugeleitet wird, nach und nach vollständig in Copaivacampher. Durch Auspressen zwischen Papier, Auflösen in Aether und Fällen mit Weingeist erhält man Krystalle, welche mit kaltem Weingeist ausgewaschen und dann getrocknet werden. Die Krystalle des Copaivacamphers haben Aehnlichkeit mit denen des chlorsauren Kalis, sind geruchlos, unlöslich in Wasser und kaltem Alkohol, lösen sich aber beim Erwärmen desselben und in Aether auf, sie schmelzen bei 54° und bei 185° fängt der Copaivacampher an zu kochen, bei einer noch höheren Temperatur zersetzt er sich. Beim Erwärmen mit Salpetersäure entwickelt sich Stickstoff. Rauchende Schwefelsäure löst ihn mit Hülfe von Wärme unzersetzt auf, bei noch höherer Temperatur entwickelt sich Chlorwasserstoffsäure. Setzt man zur Auflösung salpetersaures Silberoxyd oder Quecksilberoxydul, so wird er zersetzt. Mit Schwefelblei destillirt, erhält man ein ölartiges nach Knoblauch riechendes Produkt, das sich nicht bildet, wenn Schwefelwasserstoffgas durch Copaivaöl geleitet worden ist. Der Copaivacampher besteht aus $C_{10}H_{16}Cl_2 = 57,94 C; 8,50 H, 33,56 Cl$. (Ann. der Pharm. VII. 160.) M.

Copal. Ein Harz aus *Rhus copalinum* (in Mejico), von *Elaeocarpus copalifer* (Ostindien), kommt in grösseren oder kleineren, blassgelben, fast durchsichtigen Stücken und Tropfen in den Handel, wird bei + 50° weich, schmilzt bei + 75°, mit gewürzhaften Geruch; spec. Gew. 1,045. Gay-Lussac und Thénard fanden darin 76,81 C; 12,55 H und 10,64 O. Unverdorben fand in dem Copal fünf verschiedene Harze, die durch Alkohol, Aether und Alkalien von einander getrennt werden können, s. Pogg. Ann. X. 254. Man wendet ihn zu Lacken und Firnissen an. Vgl. Schubart technische Chemie. III. 380. M.

Coprolithe, von *κόπρος* Koth und *λίθος* Stein, sind fossile Excremente urweltlicher Thiere, besonders von Hyänen. Sie beste-

hen hauptsächlich aus kohlensaurer und phosphorsaurer Kalkerde und kohlensaurer Talkerde. Abbildungen und Beschreibung davon hat Buckland gegeben: Pogg. XXI. 336. Taf. IV. Analysen von verschiedenen Coprol. s. Berzelius Jahresb. XV. 226.; Journ. f. prakt. Chem. XII. 292. B.

Corallenerz, schaaliger mit Thon und Kohlen gemengter Zinnober.

Cordierit, nach dem Mineralogen Cordier, s. Dichroit.

Corianderöl, aus *Coriandrum sativum* dargestellt, bis jetzt aber noch nicht näher untersucht, gehört zu der Classe der ätherischen Oele. M.

Corniin kommt in der Wurzelrinde von *cornus florida* vor und ist von Geiger daraus dargestellt worden. (Ann. der Pharm. XIV. 206—233.) Man erhält es, wenn man die Rinde mit Wasser extrahirt und mit ätherhaltigem Weingeist nachwäscht. Die Auflösung schüttelt man hierauf mit Bleioxydhydrat, um den Farbstoff zu entfernen, filtrirt den Niederschlag ab und überlässt die Flüssigkeit der freiwilligen Verdunstung. Das Corniin schießt dabei in zarten atlasglänzenden Krystallblättchen an, die sternförmig unter einander grupirt sind. In Wasser und Alkohol ist es leicht löslich, reagirt sauer und besitzt einen sehr bitteren Geschmack. Die Auflösung wird nur durch essigsaures Bleioxyd und durch salpetersaures Silberoxyd gefällt. M.

Corpus nennt man an den Orgelpfeifen, auch an den Blasinstrumenten die Röhre, welche die schwingende Luftsäule einschliesst. S.

Corticin. Wird nach Braconnot die Rinde von *Populus tremula* mit Alkohol ausgezogen und zur Auflösung Magnesia gesetzt, so entsteht ein Niederschlag, den man durch verdünnte Essigsäure vom Gerbstoffe befreit, hierauf in concentrirter Essigsäure wieder auflöst und durch Zusatz von Wasser das Corticin wieder fällt. Es bildet bräunlich gelbrothe Flocken, löst sich nur höchst wenig in Wasser auf, leichter in Alkohol, Essigsäure, Schwefelsäure und in Alkalien, es reagirt nicht sauer. M.

Corund, natürliche krystallisirte Thonerde.

Corydalin. Ein von Winkler dargestelltes Pflanzenalkaloid, welches sich in der Wurzel von *Corydalis tuberosa* findet. M.

Cotunnit ist natürliches Chlorblei.

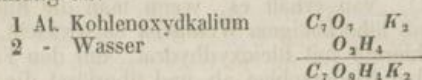
Cramersäure s. Kramersäure.

Cremor tartari, der pharmaceutische Name für den gereinigten Weinstein, oder das saure weinsteinsaure Kali. s. Weinsteinensäure. M.

Cremor tartari solubilis, der pharmaceutische Name für das Doppelsalz von weinsteinsaurem Kali mit weinsteinsaurem Ammoniak (Ammoniumoxyd). Da dasselbe sehr leicht, der Weinstein indessen sehr schwer in Wasser auflöslich ist, so hat es den Beinamen solubilis, auch Tartarus ammoniatus (s. d.) erhalten. M.

Croconsäure. Acidum croconicum, von L. Gmelin entdeckt, bildet sich bei der Darstellung des Kaliums durch Zersetzung von Kohlenoxydkalium, kann aber auch nach Liebig und Heller auf directem Wege durch Erwärmen des Kaliums in Kohlenoxydgase erhalten werden.

Nach Liebig besteht das Kohlenoxydkalium aus $C_7O_7 + K_2$. Wird es in Wasser aufgelöst, so werden 2 At. Wasser zerlegt, es entwickelt sich Wasserstoffgas und es bildet sich 1 At. croconsaures, und 1 At. oxalsaures Kali. Zur Rechtfertigung seiner Ansicht giebt er folgende Berechnung an:



Daraus entstehen:



Um das croconsaure Kali zu zersetzen, schüttelt man es mit Alkohol, setzt etwas Schwefelsäure hinzu, und zwar in einer zur gänzlichen Zersetzung des Salzes unzureichenden Menge, lässt es einige Stunden bei einer gelinden Wärme und unter öfterem Umschütteln dige- riren, und prüft dabei, ob ein Tropfen der Flüssigkeit eine Chlorbariumauflösung nicht mehr fällt. Die gelbe Auflösung wird hierauf abfiltrirt und der freiwilligen Verdunstung überlassen, die Croconsäure bleibt alsdann als ein gelbes Pulver zurück; man reinigt sie durch nochmaliges Auflösen in Wasser und lässt dieses wiederum verdunsten, sie schießt dabei in pomeranzengelben, durchsichtigen, theils körnigen, theils feinen prismatischen Krystallen an, ist geruchlos, besitzt aber einen stark sauren zusammenziehenden Geschmack, ist in Wasser, Weingeist und Aether leicht löslich und zeigt deutlich saure Reaction. Ihren Namen hat sie von ihrer stark gelb färbenden Eigenschaft erhalten, indem sie in dieser Hinsicht mit dem Safran (τὸ κρόκον) oder dem Eigelb zu vergleichen ist.

Die Croconsäure besteht aus $C_7O_5 = 43,28 C; 56,72 O$. Unterwirft man sie einer erhöhten Temperatur, so tritt eine lebhaftere Verglimmung ein und der Rückstand besteht aus einer lockeren Kohle. Von Salpetersäure wird sie unter Entfärbung zersetzt. Die sich dabei bildenden Producte sind jedoch bis jetzt noch nicht untersucht. Chlor entfärbt gleichfalls die Auflösung des croconsauren Kalis worin dann ein krystallisirbares, sehr leicht lösliches Salz enthalten ist, die Flüssigkeit ist sauer und reducirt unter Aufbrausen das Quecksilberoxyd.

Die Salze, welche die Croconsäure mit den Basen bildet, zeichnen sich durch eine roth- oder citronengelbe Farbe aus, mehrere davon sind im Wasser löslich, durch Glühhitze werden sie je-

doch alle zersetzt. Man kann die croconsauren Salze theils auf directem Wege theils durch Zersetzung des croconsauren Kalis mit andern Salzen hervorbringen. (Pogg. Ann. XXXIII. 95. daselbst IV. 59. und XXIII. 97. Ueber die Crocons. und Rhodizons. von F. Heller. Prag bei Haase 1837. p. 22. Gmelin üb. crocons. Kupferoxyd. Ann. der Pharm. XXXVII. p. 58. M.

Cronstedtit. (Chloromelan) zu Ehren des schwedischen Mineralogen Cronstedt, krystallisirt in sechsseitigen Säulen; derb mit stenglicher Absonderung. Undurchsichtig bis durchscheinend, schwarz, in dünnen Blättchen dunkellauchgrün, glasglänzend, etwas weicher als Kalkspath, spec. Gew. 3,348. Schmilzt vor dem Löthrohr zu einer stahlgrauen Kugel, wird von Salzsäure zerlegt. v. Kobell hat den Cronstedtit untersucht; und mit Benutzung der Analyse von Steinmann dafür die Formel $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg})^3 \text{Si} + \text{Fe} \text{H}^3$ aufgestellt, d. h. $\frac{1}{3}$ kiesel. Eisenoxydul (Manganoxydul, Talkerde), und wasserhaltiges Eisenoxyd. (Schweigg. Journ. LXII. 196.). Findet sich in Cornwall und zu Przibram in Böhmen. B.

Crotonin. Eine in dem Saamen von Croton tiglium enthaltene, aus kleinen Krystallen bestehende Substanz, welche in der Wärme schmilzt und sich bei höherer Temperatur zersetzt. In kochendem Wasser ist sie fast unlöslich, sie löst sich aber in heissem Alkohol, und reagirt alkalisch. Die Salze welche das Crotonin mit Schwefelsäure und Phosphorsäure bildet, können krystallisirt erhalten werden. (Brandes. Archiv IV. 186.) M.

Crotonöl. Die Saamen des Croton tiglium enthalten ohngefähr 60 pCt. eines Oeles, das entweder durch Ausziehen mit Alkohol und Aether oder auch durch Auspressen der Samen erhalten werden kann. Es ist dickflüssig, gelb, hat einen penetranten Geruch, brennenden Geschmack, auf die Haut gebracht, bringt es Entzündung hervor, und im Darmkanale wirkt es heftig purgirend; diese Wirkung scheint jedoch der Crotonsäure anzugehören, welche bei der Verseifung des Oeles abgeschieden wird. In Aether und Alkohol ist es leicht löslich. M.

Crotonsäure. Acidum crotonicum, Jatropheasäure. Kommt in dem Oel der Saamen von Croton tiglium vor, und ist von Pelletier und Caventou entdeckt worden. Wird Crotonöl mit Kali verseift, so bildet sich crotonsaures Kali. Um aus diesem Salze die Säure abzusecheiden, zersetzt man es mit einem löslichen Barytsalze, und destillirt den crotonsauren Baryt mit Phosphorsäure. Die sich entwickelnden Dämpfe werden in einer bis -5° erkalteten Vorlage aufgefangen, in welcher sie erstarren. Die Crotonsäure hat eine ölartige Consistenz, ist sehr flüchtig, verdampft wenige Grade über 0, und stösst dabei einen durchdringenden, ekelregenden, die Augen und Nase stark afficirenden Geruch aus. Der Geschmack derselben ist scharf, sie bringt Entzündung hervor und wirkt giftig. Die crotonsauren Salze haben die erwähnten Eigenschaften nicht. Das Kalisalz kann krystallisirt erhalten werden. Mit den alkalischen Erden

bildet die Crotonsäure leicht lösliche Salze. Kupfer-, Blei- und Silbersalze geben mit crotonsäurem Ammoniak weisse Niederschläge. (Journ. Pharm. IV. 289. Buchners Repert. VI. 300. XIX. 185.) M.

Crownglas s. Kronglas.

Cruor, der geronnene Blutkuchen, welcher aus dem von selbst gerinnenden Faserstoff besteht, der das Blutroth eingeschlossen hat, und dadurch gefärbt ist. Beim Stehen des frischen Bluts sondert er sich vom Serum ab. M.

Cryophor s. Kryophor.

Crystallin s. Anilin.

Cubebenöl kommt in Piper Cubeba vor und wird erhalten, indem man die Cubeben mit Wasser destillirt. Es bildet ein farbloses, aromatisch riechendes Oel, das einen kampherartigen Geschmack besitzt, leichter als Wasser ist, sich leicht in Alkohol, Aether und Oelen auflöst, und von concentrirten Säuren in ein gelbes Harz verwandelt wird. Es setzt sehr bald ein krystallinisches Stearopten ab, das bei 68° schmilzt und bei 150—155° sich verflüchtigt. M.

Cubebin. Eine in Piper Cubeba vorkommende harzähnliche Substanz. Monheim, der sich mit der Darstellung desselben beschäftigt hat, behandelte die Cubeben mit Aether, wodurch ein gelbgrünes Harz abgeschieden wird, den Rückstand zog er mit Alkohol aus, fällte das Cubebin durch Zusatz von Wasser, wusch es damit aus und löste es von Neuem in kochendem Alkohol auf. Beim Erkalten der alkoholischen Lösung scheidet sich ein weiches Harz ab, welches abfiltrirt wird. Dampft man die Auflösung ein, so erhält man das Cubebin als eine gelbgrüne, scharf schmeckende, leicht schmelzbare Masse, die zum Theil flüchtig ist und destillirt werden kann. In Alkohol, Aether, fetten Oelen und Essigsäure löst es sich auf, unlöslich hingegen ist es in Terpenthinöl, Schwefelsäure und Kalilauge. M.

Cubicit älterer Name für Analcim.

Cuboicit syn. mit Chabasit.

Cudbear oder Persio, ein im Handel vorkommender Flechtensfarbstoff, der sehr viel Erythrinroth enthält, wird in England aus Lichen omphalodes, calcareus, saxilis und Lecanora tartarea dargestellt, indem man die getrockneten und zerkleinerten Flechten mit Urin übergießt und die Masse zu einem Teige anrührt. Nach einiger Zeit fängt diese an zu faulen und entwickelt Ammoniak, welches das Erythrinroth auflöst. Um der Fäulniss Einhalt zu thun, wird etwas Aetzkalk oder ein anderes Alkali zugesetzt und die teigige Masse so lange an der Luft stehen gelassen, bis sie lebhaft violett geworden ist. M.

Culilabanöl. Oel aus der Rinde von *Laurus Culilaban*. Schwerer als Wasser, nach Nelken- und Cajepütöl riechend; farblos, an der Luft und noch leichter durch Salpetersäure oxydirbar. M.

Cumarin. Ein kampherähnlicher Körper aus den Tonkabohnen, der *Dipterin odorata*, von Boullay nach den Namen *Coumarouma* der Pflanze genannt. Durch Aether wird das Stearopten aus den Bohnen ausgezogen, und durch Alkohol gereinigt. Es krystallisirt in einseitigen Prismen, riecht angenehm aromatisch, schmilzt bei $+50^{\circ}$ C. und kann unverändert sublimirt werden. Von kaltem Wasser, $+15^{\circ}$, braucht es 400 Theile, von kochendem 45 Theile zur Auflösung. Die Bohne wird benutzt, um den Schnupftaback wohlriechend zu machen. M.

Cumen. Wird ein Gemenge von 6 Th. krystallisirter Cuminsäure und 24 Th. Aetzbaryt der Destillation unterworfen, so erhält man in der Vorlage neben Wasser eine farblose Flüssigkeit, das Cumen, welches bei 144° constant siedet. Es besteht aus $C_{10}H_{14}$. spec. Gew. des Dampfes 4,12. (gef. 3,96). Die Substanz entsteht aus $C_{20}H_{24}O_4 - C_2O_4$ (vgl. Benzin). Die Substanz ist dem Benzin ähnlich, und bildet mit wasserfreier Schwefelsäure die Cumenschwefelsäure. Gerhardt und Cahours im Journ. für prakt. Chemie XXIII. 344. M.

Cumenschwefelsäure. Bringt man 1 Th. Cumen und 2 Th. rauchende Schwefelsäure in ein Gefäß, so erhält man beim Neutralisiren der durch Wasser verdünnten Flüssigkeit mittelst kohlen-saurer Baryterde ein krystallisirbares Salz, welches aus $C_{10}H_{14}S_2O_6 + BaO$ besteht. Die Zusammensetzung desselben entspricht ganz dem benzinschwefelsauren Baryt. Das Salz ist leicht löslich in Wasser, in Alkohol und Aether. M.

Cuminäther. In eine Auflösung von Cuminsäure und Alkohol leitet man so lange Chlorwasserstoffsäure, als noch etwas aufgenommen wird. Die Flüssigkeit wird im Wasserbade abdestillirt, und der zurückbleibende Aether mit kohlen-saurem Natron gewaschen und über Bleioxyd rectificirt. Derselbe siedet bei 240° , ist leichter als Wasser, und besitzt einen angenehmen Geruch nach Reinetten. Er besteht aus $C_{24}H_{32}O_4 = C_{20}H_{24}O_6 + C_4H_{10}O$. spec. Gew. des Dampfes 6,65 (berechnet 6,58). Der Refraktionsindex des Aethers ist 1,504; der des Benzoäther 1,511. Gerhardt u. Cahours i. Journ. f. prakt. Chem. XXIII. 335.

Cuminol. Destillirt man das römische Kümmelöl bei 200° , so geht das bei 165° schon siedende Cymen über, und reisst von dem Cuminol mit fort; der Rückstand besteht nur aus Cuminol, welches schnell in einem Kohlensäurestrom destillirt wird. Es bildet dann eine farblose Flüssigkeit von starkem Kümmelgeruch, und brennendem Geschmack. Es siedet bei 220° ; und besteht aus $C_{26}H_{24}O_2$. spec. Gew. des Dampfes gefunden 5,24 (berechnet 5,09). An der Luft, und namentlich bei höherer Temperatur verharzt es sich, und

wird dabei sauer. Es bildet dabei Cuminsäure (s. d.). Gerhardt und Cahours i. Journ. f. pr. Chem. XXIII. 326. M.

Cuminolbromid. Trocknes Brom verwandelt das Cuminol in Bromwasserstoffsäure und in Bromcuminol $C_{20}H_{22}Br_2O_2$; feuchtes Brom bildet daraus, wie das Wasser, Cuminsäure und Bromwasserstoffsäure. M.

Cuminolchlorid. Wird bei zerstreutem Lichte trocknes Chlor in Cuminol geleitet, so entwickelt sich viel Chlorwasserstoffsäure. Die Flüssigkeit wird unter Erhitzung Anfangs roth, welche Farbe sich später verliert. Die Flüssigkeit, welche sich ausser Chlorwasserstoffsäure bildet, ist schwerer als Wasser, wird aber durch dieses fast augenblicklich zersetzt, ebenso durch Destillation. Sie besteht aus $C_{20}H_{22}Cl_2O_2$; bei der Einwirkung des directen Sonnenlichts geht die Zerlegung weiter als bis zu dieser Wasserstoffentziehung. Alkalien verwandeln das Cuminolchlorid in Chlormetalle und Cuminsäure = $C_{20}H_{22}Cl_2O_2 + KO + H_2O = C_{20}H_{21}O_2 + KCl + H_2O$. Schon Wasser allein bewirkt, obgleich langsamer, diese Zersetzung. Gerhardt und Cahours a. a. O. M.

Cuminolkalium. Bringt man in Cuminol trocknes Aetzkali, so verwandelt sich die Flüssigkeit ohne Gasentwicklung in eine Gallerte, welche zum Theil aus cuminsaurem Kali besteht, ausserdem bildet sich eine Verbindung von Cuminol mit Kalium, analog dem Alhylkalium, dem Kaliumsalicylür. Es besteht aus $C_{20}H_{22}O_2 + K$, und kann durch unmittelbare Einwirkung des Kaliums auf Cuminol erhalten werden. M.

Cuminsäure. Diese Säure bildet sich in vielen Fällen durch Oxydation des Cuminols; am leichtesten erhält man sie durch Schmelzen von Kali, auf welches man Kümmelöl (römisches) tropfenweis fallen lässt. Das Cymen wird dabei ausgeschieden, und kann aufgefangen werden. Von dem Kali wird die Säure leicht durch verdünnte Schwefelsäure abgeschieden und durch Krystallisation gereinigt. Sie schmilzt bei 92° , siedet bei 250° und besteht aus $C_{20}H_{22}O_3 + H_2O$; sie entsteht aus dem Cuminol durch Oxydation $C_{20}H_{24}O_2 + O_2$, oder durch Wasserzersetzung, welche bei der Einwirkung des Kaliums erfolgt: $C_{20}H_{24}O_2 + H_2O = C_{20}H_{21}O_2 + H_2$. Die Säure schliesst sich in diesen Beziehungen der Benzoesäure, Zimmtsäure, Salicylsäure u. m. a. an. In Schwefelsäure löst sie sich unverändert, mit Salpetersäure giebt sie eine der Benzoesalpetersäure analoge Verbindung. Ihre Salze sind theils unlöslich, theils gut krystallisirbar. Gerhardt und Cahours: Journ. f. prakt. Chem. XXIII. 330. M.

Curarin. Boussingault und Roulin stellten aus Curara oder Urari, einer Substanz, deren sich die Indianer zum Vergiften ihrer Pfeile bedienen, und die wahrscheinlich von einer Pflanze herrührt, die zur Familie Strychnos gehört, dieses Alkaloid dar, indem sie diese Masse mit Alkohol auszogen, die Auflösung durch Thier-

kohle entfärbten, filtrirten, durch Galläpfelinctur fällen und das unreine, gerbsaure Curarin mit Wasser bis zum Kochen erhitzten und durch Oxalsäure auflösen. Zu dieser Auflösung setzten sie Magnesia, der dadurch entstandene Niederschlag wurde abfiltrirt, die Flüssigkeit eingedampft und aus dem Rückstande das Curarin durch Alkohol ausgezogen.

Es bildet eine nicht krystallisirbare, gelbliche, harzartige Masse, welche an der Luft zerfließt und einen bitteren Geschmack besitzt, reagirt deutlich alkalisch, zersetzt sich in der Hitze zum Theil, zum Theil verflüchtigt es sich. In Wasser und Alkohol löst es sich leicht auf, unlöslich aber ist es in Aether und in Terpenthinöl. Mit Säuren bildet es bitterschmeckende, nicht krystallisirbare Salze. Aus seinen Auflösungen kann es nur durch Gerbsäure gefällt werden. Es ist ein sehr heftig wirkendes Gift. M.

Curcumin, ein in der Wurzel von *Curcuma longa* vorkommender gelber, harzartiger Farbstoff, der erhalten wird, wenn man die getrockneten Wurzeln mit kochendem Alkohol auszieht. Gießt man die Auflösung ab, dampft sie bis zur Trockne ein und behandelt den Rückstand mit Aether, so löst dieser den reinen Farbstoff auf. Das Curcumin schmilzt bei 40°, ist in Masse röthlich braun, fein zertheilt aber gelb, an der Luft ist es etwas zerfließlich; es löst sich nur wenig in kochendem Wasser auf, leichter ist es in Alkohol und Aether löslich, die Auflösungen haben im concentrirten Zustande eine braunrothe, im verdünnten eine gelbe Farbe. Alkalien lösen es mit braunrother, concentrirte Säuren mit carmoisinrother Farbe auf, Borsäure zeigt diese Färbung erst beim Abdampfen der Lösung. Einige Metalloxyde werden durch das Curcumin röthlich gelb oder röthlich braun gefällt. (Vogel in Schweigg. Journ. XVIII. 116.) M.

Cusparin. Saladin stellte diesen Körper aus der echten Angusturarinde, *Cusparia febrifuga*, dar. Er behandelte dieselbe mit kaltem Weingeist, und setzte den durch die freiwillige Verdampfung des Alkohols erhaltenen Rückstand einer Temperatur unter 0° aus, wobei sich das Cusparin in warzenförmiger Gestalt ausscheidet. Um es farblos und rein zu erhalten, wird die Flüssigkeit abgegossen, der Rückstand ausgedrückt, mit Wasser ausgewaschen, durch Aether vom anhängenden Fette befreit, nochmals in Alkohol gelöst, mit Bleioxyd geschüttelt, filtrirt, der Alkohol dann abdestillirt und bei einer Temperatur von -6 bis -8° zur Krystallisation gebracht. Es bildet Nadeln und unregelmässige Tetraëder, die schon bei gelinder Wärme schmelzen und dabei 23,09 pCt. Wasser verlieren. In heissem Wasser ist es etwas löslicher als in kaltem, obgleich es in letzterem nicht ganz vollkommen unlöslich ist. Von Alkohol wird es leichter aufgelöst, unlöslich ist es in Aether und ätherischen Oelen.

Bis zu einer Temperatur von 133° erhitzt, wird es nicht zersetzt, auch liefert es bei der trocknen Destillation keine stickstoffhaltigen Produkte. Von Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, salpetriger Säure und Chlor wird es gelb gefärbt, von Schwefelsäure, Brom- und Joddämpfen braun. Die Alkalien lösen es zum Theil auf. Aus der Auflösung in Wasser und Weingeist kann es durch Galläpfel-

tinctur gefällt werden. Saures salpetersaures Quecksilberoxyd färbt es purpurroth. (Journ. de Chim. medic. IX. 388.) M.

Cyan wurde 1815 von Gay-Lussac entdeckt, und Cyan von *κύανος* (blau) genannt, da es einen Bestandtheil des Berlinerblau ausmacht.

Besteht aus	Stickst. u. Kohlenst.:		
1 At. Stickgas	88,518	53,66	1 Vol. 0,976 spec. Gew.
1 - Kohlenstoff	76,438	46,34	1 - 0,845 -
1 At. $NC = Cy$	164,956	100	zu 1 Vol. 1,819 verdicht.

Cyan kommt weder isolirt, noch gebunden in der Natur vor, lässt sich auch nicht direct aus seinen Bestandtheilen darstellen. Es bildet sich, wenn stickstoffhaltige thierische Substanzen, wie Blut, Horn, Leder u. dgl. verkohlt werden, und diese stickstoffhaltige Kohle mit feuerfesten Alkalien z. B. mit Pottasche geglüht wird. (Vergl. Cyaneisen 1.) Aus Stickstoff und Kohlenstoff wird Cyan, welches nach Austreibung der Kohlensäure und des Sauerstoffs mit dem Kalium sich verbindet. Durch gegenseitige Zersetzung eines Metallsalzes und des Cyankaliums kann man von diesem das Cyan auf ein anderes Metall übertragen.

Darstellung. Cyanquecksilber wird in einer Retorte erhitzt, wobei es in Quecksilber und Cyan zerfällt; letzteres fängt man über Quecksilber auf.

Eigenschaften. Stark riechendes, Augen und Nase reizendes, farbloses Gas, das angezündet mit rother Flamme verbrennt, und Kohlensäure und Stickgas dabei giebt. 1 Maass Wasser löst $4\frac{1}{2}$ Maass Cyan auf, die Auflösung riecht und schmeckt nach dem Gase, und zersetzt sich; desgleichen die in Alkohol. (Journ. f. prakt. Chem. XIII. 433. XVIII. 104.) Alkohol nimmt 23 Vol. auf. Unter einem Druck von 3,7 Atmosphären oder bei -18° wird Cyan zu einer farblosen Flüssigkeit, deren spec. Gew. 0,9 ist (Faraday). Für sich erhitzt wird es nicht zerlegt, wohl aber, wenn man es über glühendes Eisen oder Kupferoxyd leitet, von denen letzteres reducirt wird.

Verbindungen. Gegen andere Körper verhält sich Cyan wie ein einfacher Stoff aus der Abtheilung der Salzbilder. Es giebt mit Sauerstoff zwei Säuren, die Cyansäure und Knallsäure, mit Wasserstoff Blausäure, mit den Metallen die salzähnlichen Cyanmetalle, und verbindet sich auch mit Schwefel, Chlor, Brom und Jod. Mehrere Verbindungen sind wissenschaftlich sehr interessant, in's besondere für den organischen Theil der Chemie. B.

Cyanäther. Diese von Liebig und Wöhler entdeckte Aetherart entsteht, wenn Cyansäurehydrat in Alkohol geleitet wird, es findet dabei eine bedeutende Wärmeentwicklung statt, die die Flüssigkeit zum Kochen bringt. Hat die Einwirkung aufgehört, so scheidet sich ein weisses krystallinisches Pulver ab. Durch Waschen mit kaltem Alkohol reinigt man dieses, löst es in kochendem Alkohol, dem man etwas Aether zugesetzt hat, auf, und erhält auf diese Weise den Cyanäther in regelmässigen, durchsichtigen und perlmutterglänzenden Krystallen. Sie sind geruch- und geschmacklos, fast unlöslich in kal-

tem Wasser, leichter löslich aber in heissem Wasser, Alkohol und Aether, die Auflösung reagirt vollkommen neutral. Beim Zutritt der Luft verflüchtigt sich der Cyanäther unzersetzt, beim Ausschluss derselben entwickeln sich aber Alkoholdämpfe und es bildet sich Cyanursäure. Mit Kali erwärmt, werden gleichfalls Alkoholdämpfe entwickelt und im Rückstande bleibt cyanursaures Kali.

Der Cyanäther kann aus 1 At. Cyansäure, 1 At. Aether und 1 At. Wasser zusammengesetzt betrachtet werden. Andererseits bildet er eine dem Harnstoff analoge Verbindung, in welcher, wenn letzterer als cyansaures Ammoniak angesehen wird, an der Stelle des Ammoniaks der Alkohol steht. Der Cyanäther besteht aus $N_2C_4H_2O_3$. M.

Cyanchloridäther, von Aimé entdeckt und von Stenhouse genauer untersucht. (Journ. f. prakt. Chem. XII. 62. Ann. der Pharm. XXXIII. 92.) In eine concentrirte Auflösung von Cyanquecksilber in Alkohol wird Chlor geleitet, welches unter Wärmeentwicklung und Aufbrausen absorbiert wird; dabei bildet sich Salmiak, welcher durch Wasser gelöst wird, während die neue Verbindung sich niederschlägt. Man erhält dieselbe auch durch Einleiten von Chlor in eine gesättigte alkoholische Auflösung von Cyanwasserstoffsäure. Die Verbindung, welche nach Stenhouse aus $C_5H_{14}O_4N_2Cl_2$ bestehen soll, krystallisirt in langen, silberweissen Nadeln, welche bei $+120^\circ$ schmelzen, in Alkohol und Aether, Schwefelsäure und Salpetersäure, nicht in Wasser und Salzsäure löslich sind. Kali zersetzt die Verbindung, Ammoniak nicht. Sie verdient ein sorgfältiges Studium. M.

Cyanchloridaldehyd wird von einigen Chemikern der Cyanchloridäther genannt. M.

Cyaneisen. a) Cyanür, $FeCy = 669,12$. In 100 Th.: 50,69 Eisen; 49,31 Cyan, kann nicht durch Fällung von Cyankalium mit einem Eisenoxydulsalz erhalten werden, weil sich Cyankalium in dem Niederschlag chemisch gebunden findet. Man stellt es desshalb dar durch gelindes Erhitzen von Cyaneisenammonium (s. Berlinerblau) oder durch Digestion von Berlinerblau mit Schwefelwasserstoffwasser in einem verschlossenen Gefäss. Hierbei scheidet sich Schwefel ab, es entsteht Blausäure und Eisencyanür. Dieses ist gelblichweiss, wird an der Luft schnell blau, und giebt mit anderen Cyanmetallen Verbindungen, die nicht so unbeständig sind, wie das Cyanür. Man stellt sie durch Zerlegung des Cyaneisenkaliums dar. Die Verbindungen mit Kalium und Eisencyanid sind besonders wichtig.

1) Eisencyanür + Kaliumcyanid, Kalumeisencyanür, Cyaneisenkalium, Blutlaugensalz. $FeCy + 2KCy + 3HO = 2646,1$. In 100 Th.: 25,28 Eisencyanür; 61,96 Cyankalium; 12,76 Wasser. Zur Darstellung schmilzt man Pottasche in einem birnförmigen gusseisernen Kessel und schüttet nach und nach unter beständigem Umrühren eine derselben gleiche Quantität Thierkohle zu, die durch trockne Destillation von Horn, Klauen, Leder, Blut u. dgl. gewonnen wird, und Stickstoff enthält. Dieser tritt in Gegenwart des Kalis an den Kohlenstoff und giebt damit Cyan, welches sich mit dem Kalium der

Pottasche und dem Eisen des Kessels verbindet. Kohlensäure und Kohlenoxydgas entweichen, letzteres durch den Sauerstoff des Kalis und Kohle gebildet, brennt zur Oeffnung des Kessels heraus. Nachdem diese Zersetzung und neue Verbindung vollendet ist, schöpft man die zähflüssige Masse in eiserne Pfannen, worin sie erkaltet, und laugt sie in Bottichen mit heissem Wasser aus. Die gelbliche Auflösung (Blutlauge) wird abgeseiht; sie enthält ausser Cyaneisenkalium noch andere auflösliche Kalisalze, namentlich Pottasche, von denen das Cyaneisenkalium nach dem Anschliessen aus der abgedampften Lösung durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigt wird. Den unlöslichen Rückstand gebraucht man meist als Dünger, die kalihaltige Mutterlauge zu Seife oder anderen Zwecken. Da die Kessel das dem Salze nöthige Eisen liefern, so werden sie stark angegriffen, eben so die eisernen Rührgeräthschaften, und müssen daher oft erneuert werden. Man hat desshalb auch versucht, durch Zusatz von Eisen oder Hammerschlag zur Kohle und Pottasche dieser Abnutzung vorzubeugen, aber ohne rechten Vortheil.

Das Blutlaugensalz, so genannt, weil man früher zu seiner Darstellung Blutkohle anwandte, krystallisirt in wachsartigen, gelben, quadratischen Tafeln mit zugeschärften Rändern. Löslich in 8 Th. Wasser, in heissem viel leichter, in Alkohol unlöslich. Es schmilzt bei mässiger Wärme, wird in grösserer Hitze zersetzt, und verwittert an der Luft. Setzt man zur Auflösung ein aufgelöstes Metallsalz, so wird das Cyankalium zersetzt, das Kalium nimmt den Sauerstoff und die Säure des zugesetzten Salzes auf, sein Cyan geht an das Metall, und die neue Cyanverbindung fällt gewöhnlich mit Eisencyanür vereinigt nieder. Da diese Niederschläge bisweilen eine charakteristische Farbe haben, so bedient man sich des Blutlaugensalzes zur Entdeckung gewisser Metalle. Eisenoxydsalze werden intensiv blau gefällt. Die Salze der Alkalien und Erden geben keinen Niederschlag. — Cyaneisenkalium wird zur Darstellung blauer Farbe mit Eisen-, und brauner mit Kupfersalzen in der Färberei viel angewendet.

2) Eisencyanür + Eisencyanid, wurde 1704 von Diesbach in Berlin entdeckt, macht den Hauptbestandtheil verschiedener blauer Farben aus, als: Berlinerblau, Pariser-, Diesbacher-, Mineralblau. $3\text{Fe Cy} + 2\text{Fe Cy}_2 = 5343,69$. In 100 Th.: 37,56 Cyanür; 62,44 Cyanid.

Giesst man die Auflösung des Cyaneisenkaliums (Blutlauge) in die eines Eisenoxydsalzes, so erhält man einen tief blauen Niederschlag, der aus Eisencyanür + Cyanid besteht, dessen Entstehung unter 1) erklärt ist. Nimmt man Eisenchlorid, so geht das Chlor an das Kalium des Cyaneisenkaliums, und das Eisen an das vom Kalium verlassene Cyan. In beiden Fällen enthält der Niederschlag Blutlaugensalz chemisch gebunden, und wird neutrales Berlinerblau genannt.

Setzt man zu der Auflösung eines Eisenoxydsalzes aufgelöstes Cyaneisenkalium, mit der Vorsicht, dass von letzterem etwas unzersetzt bleibt, so entsteht ein weisser Niederschlag von Eisencyanür, der an der Luft blau wird, indem das durch die Zersetzung des Blutlaugensalzes entstandene Eisencyanür sich in Eisencyanid dadurch umwandelt, dass ein Theil Eisen oxydirt wird, und das frei gewordene Cyan nun einen anderen Theil des Cyanürs zu Cyanid macht.

Dieser Niederschlag enthält also ausser Eiseneyanürcyanid noch Eisenoxyd, er heisst daher basisches Berlinerblau. Wäscht man ihn so lange, bis alle fremden Salze entfernt sind, so löst er sich mit blauer Farbe in reinem Wasser auf, aus welchem er durch Salze wieder gefällt werden kann. Die Lösung lässt sich zur Trockne abdampfen, und der Rückstand löst sich nachher vollkommen wieder in Wasser.

Wenn man daher ein Eisenoxydulsalz, welches theilweise in Oxydsalz übergegangen ist, was so gewöhnlich vorkommt, mit der Auflösung von Cyaneisenkalium mischt, so erhält man einen schmutzigen blauen Niederschlag, ein Gemenge von neutralem Berlinerblau und weissem Eiseneyanür, das sich, wie oben erörtert, durch Oxydation in basisches Berlinerblau verwandelt, wodurch die anfänglich unklare Farbe an der Luft allmählig dunkler und rein blau wird. Man kann diese Umwandlung dadurch beschleunigen, dass man den Niederschlag mit heisser Salpetersäure digerirt oder Chlorwasser darauf giesst, wodurch sowohl dem Cyanür Eisen entzogen und dasselbe zu Cyanid wird, als auch das sich bildende Eisenoxyd aufgelöst und entfernt wird, was auch durch Salzsäure bewirkt werden kann. Man behält dann also nach dem Auswaschen reines Eiseneyanürcyanid zurück.

Im Grossen wird das Berlinerblau durch Vermischung der heissen Auflösungen des Eisenvitriols und Blutlaugensalzes gewonnen. Auf 4 Th. des letzteren kommen 3 Th. Vitriol. Den graublauen Niederschlag lässt man sich absetzen, sieht die Flüssigkeit davon ab, wäscht und kocht ihn dann mit 2 Th. Salpetersäure, $1\frac{1}{2}$ Schwefelsäure und Wasser, wodurch er schön blau und von Eisenoxyd befreit wird. Nach dem Aussüssen wird die Masse getrocknet. Um hellere Farben, aber auch um eine billigere Waare zu liefern, versetzt man das reine Berlinerblau mit Thonerdehydrat, Schwerspath und Stärke.

Reines Berlinerblau ist dunkelblau, hat einen kupferartigen Schimmer, wird von verdünnten Säuren nicht verändert, von concentrirter Schwefelsäure weiss, bei Zusatz von Wasser aber unverändert abgeschieden. Concentrirte Salpeter- und Salzsäure zersetzen das Berlinerblau. Aetzende Alkalien und alkalische Erden entziehen dem Cyanid das Eisen, welches den Sauerstoff des Alkalis aufnimmt und sich als Oxyd abscheidet, während in der Auflösung eine Verbindung von Eiseneyanür und Cyanalkali sich bildet, die man in Krystallen erhalten kann. So bereitet man durch Digestion des Berlinerblaus mit Ammoniak Eiseneyanür + Ammoniumcyanid oder Cyaneisenammonium. Beim Kochen mit Wasser und Quecksilberoxyd entsteht aber nur Quecksilbercyanid. In der Glühhitze wird das Berlinerblau zersetzt. Daher dürfen mit Berlinerblau gefärbte Zeuge nicht mit Seife gewaschen werden, weil das Alkali die Farbe zersetzt, dasselbe bewirkt auf neu gekalkten Wänden der ätzende Kalk, wenn man sie mit Berlinerblau anstreichen wollte. Leitet man Chlor unausgesetzt in die Auflösung von Blutlaugensalz, nachdem Kaliumeyanid entstanden ist, so fällt ein grünes Pulver nieder, das im reinen Zustand nach Pelouze $FeCy + FeCy_3 + 4HO$ ist. (Pogg. Ann. XLVIII. 222.)

Die vorzüglichste Anwendung erfährt das Berlinerblau in der Färberei für Wolle und Baumwolle, so wie in der Kattundruckerei. Eine schöne blaue Dinte erhält man, wenn man 1 Th. Berlinerblau

mit $\frac{1}{2}$ Oxalsäure und ein wenig Wasser zusammenreibt, hierauf mit Regenwasser verdünnt und etwas Gummi zusetzt. (Berzelius Jahresbericht. XII. 144. Pogg. Ann. XXIV. 364.)

3) Eisencyanür + Kupfercyanid, erhalten durch Fällung des Blutlaugensalzes mit Kupfervitriol, ein brauner Niederschlag, der als Malerfarbe und in der Kattundruckerei gebraucht wird.

4) Eisencyanür + Wasserstoffcyanid, saures Eisencyanür, saures blausaures Eisenoxydul, $FeCy + 2HCy$, entsteht durch Zerlegung des Cyaneisenblei (erhalten durch Mischung von Blutlauge mit Bleizuckerauflösung) mittelst Schwefelwasserstoffwasser, worauf man filtrirt, oder durch Zersetzung des Cyaneisenkaliums mit Weinstein-säure. Die Flüssigkeit ist geruchlos, schmeckt sauer, röthet Lackmus und setzt beim Verdunsten in geringer Wärme würfelförmige, farblose Krystalle ab, welche sich leicht wieder in luftfreiem Wasser lösen. An der Luft und schneller noch beim Erhitzen zersetzen sich sowohl die Krystalle als auch ihre Auflösung, es entweicht Blausäure, und der Rückstand verwandelt sich in Eisencyanürcyanid.

b) Cyanid, $FeCy_3 = 1668,14$. In 100 Th.: 40,67 Eisen; 59,33 Cyan. Für sich noch nicht hinreichend bekannt, giebt mit anderen Cyanmetallen Doppelverbindungen, unter denen die aus

1) Eisencyanid + Kaliumcyanid, Kaliumeisencyanid, $FeCy_3 + 3KCy + 4127,64$. In 100 Th.: 40,42 Eisencyanid; 59,58 Kaliumcyanid die bemerkenswertheste ist. Man leitet unter stetem Umrühren Chlorgas in die Auflösung des Kaliumeisencyanürs, bis die Flüssigkeit roth ist und Eisenoxyd nicht mehr gefällt wird. Das Chlor ($2Cl$) hat dann aus dem Kaliumeisencyanür ($2At. = 2FeCy + 4KCy$) Kalium ($1At. = K$) aufgenommen, und in der Auflösung befinden sich Chlorkalium und Kaliumeisencyanid, von denen letzteres in schönen rothen zweigliedrigen Krystallen anschießt, und durch wiederholtes Umkrystallisiren von Chlorkalium getrennt wird, welches 4 Th. Wasser zur Auflösung bedarf, während die rothen Krystalle 38 Th. bei gewöhnlicher Temperatur erfordern. Sie sind wasserfrei, geben aufgelöst mit Eisenoxydsalzen keinen, mit Eisenoxydulsalzen einen blauen Niederschlag, für welche sie ein sehr empfindliches Reagens sind.

2) Eisencyanid + Wasserstoffcyanid, saures Eisencyanid, $FeCy_3 + 3CyH$. Bleieisencyanid (erhalten durch Fällung von Kaliumeisencyanid und Bleizucker) wird durch wässrige Schwefelsäure in schwefelsaures Bleioxyd und diese Verbindung zerlegt, die filtrirt, und über Schwefelsäure abgedampft, in braunen, nadelförmigen Krystallen erhalten werden kann. Sie zersetzt sich leicht, giebt Blausäure ab, und geht in Berlinerblau über. B.

Cyanit, Disthen, (von *κίανος*) ein blauer Edelstein bei den Alten, krystallisirt in eingliedrigen, langgestreckten Säulen von $106^{\circ}15'$, mit Abstumpfung der scharfen und stumpfen Seitenkanten, selten mit der schiefen Endfläche. Den Säulenflächen parallel sind die Krystalle deutlich spaltbar, jedoch von ungleicher Vollkommenheit. Die Säulenfläche mit dem vollkommensten Blätterbruch ist auffallend weniger hart als die anderen Flächen, während sie dort mit dem Apatit übereinstimmt und selbst darunter geht, steigt sie hier bis zur Quarzhärte.

Ausser krystallisirt findet sich Cyanit oft in krummstrahligen und stängligen Massen, von meist himmelblauer, auch grauer, grüner und weisslicher Farbe. Den schmalstrahligen, büschelförmigen Cyanit, der häufig ockergelb, bis in's Ziegelrothe und Schwärzlichgraue ist, nennt man auch Rhäticit. Cyanit wird beim Reiben elektrisch, phosphorescirt beim Erwärmen mit blaulichem Licht, spec. Gew. 3.6. Vor dem Löthrohr unschmelzbar, in Säuren unveränderlich. Die Resultate der Analysen sind sehr abweichend, was wohl seinen Grund in der Schwierigkeit hat, den Cyanit vollkommen zu zersetzen. So fanden:

	L. Gmelin.	Arfvedson.	Klaproth.	Vanuxem.
Kieselsäure	32	36,4	43,0	42,5
Thonerde	68	63,8	55,0	57,5
Eisenoxyd			0,5	

Cyanit findet sich eingewaschen in Glimmer-, Talk- und Thonschiefer, am St. Gotthardt, in Tyrol, Böhmen, Sachsen (Penig), Sibirien und Nordamerika. B.

Cyankalium, $KCy = 819,83$. In 100 Th.: 59,76 Kalium; 40,24 Cyan; entsteht unter Lichterscheinung, wenn man Kalium in Cyangas bringt, oder durch Glühen eisenfreier Pottasche und Thierkohle (vergl. Cyan); am leichtesten, wenn man Blutlaugensalz, d. i. Cyankalium + Eisencyanür der Rothglühhitze unterwirft, wobei Eisencyanür in entweichendes Stickgas und Kohleneisen zerlegt wird. Hat die Gasentwicklung aufgehört, so laugt man aus der kohligen Masse das Cyankalium, welches unzerlegt bleibt, aus, filtrirt und dampft es zur Krystallisation ab. Es krystallisirt in farblosen Würfeln. Die Auflösung reagirt alkalisch, schmeckt nach bitteren Mandeln und zersetzt sich allmählig an der Luft, schneller beim Erhitzen. Cyankalium dient zur Darstellung anderer Cyanmetalle, indem beim Vermischen seiner Lösung mit der eines Metallsalzes beide sich gegenseitig zersetzen. B.

Cyanmetalle entstehen, wenn man Metalle erhitzt in Cyangas bringt; Kalium verbindet sich mit Feuererscheinung darin. Oder man löst Metalloxyde in Cyanwasserstoffsäure (Blausäure) auf, oder man kocht Berlinerblau (Eisencyanür + Eisencyanid) mit Wasser und dem Oxyd, auf dessen Metall man das Cyan übertragen will, wobei das Oxyd seinen Sauerstoff an das Eisen abgibt. Die löslichen unter ihnen werden meist in Wasser zerlegt, bei Gegenwart einer Säure entwickeln sie Blausäure (vergl. jedoch Cyanquecksilber). Sie verbinden sich leicht unter einander, und das Verhältniss des Cyans in den bis jetzt bekannten Doppelverbindungen dieser Art ist 1:1, 1:2 und 1:3 (Rammelsberg in Pogg. Ann. XLII. 142.) Mosander entdeckte, dass das Kaliumeisencyanür sich auch mit anderen Doppelcyanüren verbinden kann (Pogg. Ann. XXV. 390.) Unter den Cyanmetallen sind Cyanquecksilber und besonders Cyaneisen am wichtigsten. B.

Cyanol s. Blauöl.

Cyanometer, ein von Saussure angegebenes Instrument, welches dazu bestimmt ist, die verschiedene Intensität der Himmelsbläue, sowohl an verschiedenen Tagen als an verschiedenen Stellen des Himmels zu messen. Diese Messung besteht in einer Vergleichung der fraglichen Himmelsstelle mit einer aus 53 Farbenfeldern zusammengesetzten Farbenscale. Die Felder werden von Papierblättchen gebildet, auf welche mittelst Berlinerblau und schwarzer Tusche verschiedene Nüancen Blau aufgetragen sind, und zwar wurden diese Nüancen von Saussure so bestimmt, dass die blasseste Farbe (der 2te Grad der Cyanometerscale) in einer bestimmten Entfernung nicht mehr von einem weissen Papier (dem ersten Grad der Scale) unterschieden wurde, die nächst dunklere (der 3te Grad) sich in derselben Entfernung nicht mehr vom Blau des 2ten Grades unterschied, während vollkommenes Schwarz den 53sten Grad abgab. Die Farbenfelder waren als Sektoren auf einer Kreisscheibe befestigt. R.

Cyanquecksilber. a) Cyanür ist unbekannt. Versucht man es durch Mischung von Quecksilberoxydul und Cyanwasserstoffsäure zu erzeugen, so erhält man metallisches Quecksilber und Cyanid.

b) Cyanid, $Hg\ Cy = 1595,7$. In 100 Th.: 79,33 Quecksilber; 20,67 Cyan. Man kocht 2 Th. Berlinerblau mit 8 Th. Wasser und 1 Th. Quecksilberoxyd. Das letztere giebt seinen Sauerstoff an einen Theil des Eisens, dessen Cyan das Quecksilber aufnimmt; es bildet sich ein brauner, Eisenoxyd enthaltender Bodensatz, und in der Auflösung Quecksilbercyanid. Man filtrirt, dampft ab und lässt das Salz anschiessen. Die Krystalle sind farblos, lösen sich in Wasser, etwas in Alkohol, und werden beim Erhitzen in Cyan und Quecksilber zerlegt, wesshalb man sich des Quecksilbercyanids zur Darstellung des Cyans bedient. Es ist auflöslich in Salpetersäure und wird nur von den Wasserstoffsäuren zerlegt. Ueberhaupt ist die Verwandtschaft des Quecksilbers zum Cyan so gross, dass selbst das Cyankalium von Quecksilberoxyd zersetzt wird. Das Quecksilbercyanid löst Quecksilberoxyd auf, und giebt damit basisches Quecksilbercyanid. Es verbindet sich ferner mit anderen Chlor-, Jod-, Brom und Cyanmetallen, mit chromsaurem und ameisensaurem Kali. B.

Cyansäure. $Cy = NC = 429,91$. — (41,18 Stickstoff; 35,56 Kohlenstoff) 76,74 Cyan; 23,26 S.; wurde 1822 von Wöhler entdeckt. Nur im wasserhaltigen Zustande bekannt, und kann auch in diesem nur durch Destillation der wasserfreien Cyanursäure dargestellt werden, wobei sie sich in der abgekühlten Vorlage ansammelt. In Verbindung mit Basen erhält man sie, wenn Cyangas in aufgelöstes Kali geleitet wird, wobei eine ähnliche Zersetzung wie beim Einleiten von Chlor in Kalilösung (s. Chlorsäure) stattfindet und Cyankalium und cyansaures Kali entstehen. Dasselbe Salz kann auch durch schwaches Glühen gleicher Theile Cyaneisenkaliums (Blutlaugensalz) und Mangansuperoxyd dargestellt werden. Man zieht es mit kochendem Alkohol aus und lässt es daraus krystallisiren. Versucht man durch eine stärkere Säure die Cyansäure zu isoliren, so wird sie im Moment des Freiwerdens zersetzt.

Eigenschaften. Die wasserhaltige Säure ist eine farblose, stark sauer riechende Flüssigkeit, und enthält 1 At. Wasser, also $\text{NCO} + \text{HO} = \text{N}_2\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3$. Auf der Haut bringt sie schnell schmerzhaftes Blasen hervor, ist sehr unbeständig, und verwandelt sich, wenn sie aus der Kältemischung genommen wird, unter Aufkochen in unlösliche Cyanursäure. In Berührung mit Wasser oder einer Säure wird sie in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt, von denen das letztere sich mit der zugesetzten Säure verbindet. Dieselbe Zersetzung tritt ein, wenn sie durch eine Säure aus ihrer Verbindung mit einer Basis getrennt wird, wesshalb sie auf diese Weise nicht aus ihren Salzen abgeschieden werden kann. (Liebig und Wöhler in Pogg. Ann. XX. 369.)

Cyanurin, ein blauer, in dem krankhaften Harn zuweilen vorkommender Stoff, welcher von Braconnot (Schweigg. Journ. XLVI. 340.) zuerst bemerkt, später von Spangenberg genau untersucht worden ist. (Ibid. XLVII. 487.) Einen ähnlichen Stoff haben Granier und Delens beobachtet. (Ibid. XXIII. 262.) Man erhält den Stoff, wenn man den Bodensatz mit Alkohol auszieht und diesen abdampft. Er stellt ein geschmackloses, dunkelblaues Pulver dar, welches in Wasser schwer, mehr in kochendem Alkohol löslich ist, der davon grünlich gefärbt wird. Es scheint als ob der Stoff nicht immer von derselben Natur sey.

Cyanursäure. Wenn man krystallisirten Harnstoff, oder auch Harnsäure der trocknen Destillation unterwirft, so findet anfangs eine starke Entwicklung von Ammoniak statt. Der Harnstoff schmilzt und verwandelt sich nach und nach in ein grauweisses Pulver, welches aus Cyanursäure und etwas Ammoniak besteht. Das weisse Pulver wird in heisser concentrirter Schwefelsäure aufgelöst, und tropfenweise Salpetersäure zugesetzt, bis sich kein Stickstoffoxydgas mehr entwickelt. Ist die Auflösung erkaltet, so verdünnt man sie mit Wasser, welches die Cyanursäure als ein blendend weisses Pulver ausfällt. Will man die Säure krystallisirt haben, so lässt man die heisse Auflösung langsam erkalten.

Die Cyanursäure kann ausserdem auch noch erhalten werden durch die Zersetzung des festen Chlorecyans mittelst Wassers, wobei sich Chlorwasserstoffsäure und Cyanursäure bilden; durch Einwirkung der Salpetersäure auf das Melam und Ammelid; durch Zersetzung des cyansauren Kalis mittelst concentrirter Essigsäure, wobei sich cyanursaures Kali bildet.

Wird die krystallisirte Cyanursäure erhitzt, so verliert sie ihr Wasser und verwandelt sich in ein weisses Pulver. Will man sie in wasserfreiem Zustande krystallisirt erhalten, so muss man die wasserhaltige Säure in heissem Vitriolöl auflösen und sie langsam erkalten lassen. Erhitzt man die Cyanursäure stärker, so sublimirt ein Theil derselben, der grösste Theil aber verwandelt sich in Cyanursäurehydrat.

Nach den Untersuchungen von Liebig und Wöhler besteht sie im wasserfreien Zustande aus $\text{C}_6\text{N}_6\text{H}_6\text{O}_6 = 32,63 \text{ N}; 28,49 \text{ C}; 2,30 \text{ H}; 36,87 \text{ O}$; im wasserhaltigen ist sie mit 2 At. Wasser verbunden,

In den neutralen Salzen ist das Verhältniss des Sauerstoffs der Säure zu dem der Basis wie 3:1. Mit dem Kali bildet die Cyanursäure ein neutrales und ein saures Salz, ersteres wird durch directe Vereinigung erhalten, letzteres, wenn man die Auflösung des cyanursäuren Kalis eindampft, wobei das saure Salz krystallisirt. Beim Erhitzen des neutralen Salzes entwickelt sich saures kohlen-saures Ammoniak, und im Rückstande bleibt cyanursäures Kali. (Pogg. Ann. XX. 381. XV. 563.)

Cyanwasserstoffsäure, Blausäure, wurde 1780 von Scheele entdeckt.

2 At. Wasserstoff	12.479	3,64	1 Vol.	0,0688 spec. Gew.
2 - Cyan (2 At. Stickst.)	177.036	51,71	1 -	0,976 - -
2 - Kohlenst.	152.876	44,65	1 -	0,8438 - -
2 At. = $\text{HCN} = \text{HCy}$	342,391	100	zu 2	0,9443 verdichtet,

Der eigenthümliche übereinstimmende Geschmack der bitteren Mandeln, Pfirsich-, Pflaumen-, Kirsch- und anderer Fruchtkerne von Pflanzen, die zu den Gattungen Prunus und Amygdalus gehören, rührt von Blausäure her, die in den genannten Pflanzen zwar nicht fertig gebildet enthalten ist, wie man früher glaubte, sondern sehr leicht aus dem darin befindlichen Amygdalin (s. d.) unter Einwirkung von Wasser und Emulsin entsteht. Sie ist auch die Ursache der giftigen Wirkung der Manjokwurzel. (Henry und Boutron-Charlard.)

Darstellung. Ein Cyanmetall wird durch eine Säure zerlegt, am besten Cyanquecksilber durch concentrirte Salzsäure. Man erhält Quecksilberchlorid, und die Cyanwasserstoffsäure wird in einer stark abgekühlten Vorlage aufgefangen, nachdem man sie zuvor über kohlen-saurem Kalk und Chlorcalcium zur Abscheidung der etwa mit fortgerissenen Salzsäure und Feuchtigkeit hat stehen lassen. Eine zu medicinischen Zwecken bestimmte verdünnte Cyanwasserstoffsäure erhält man am besten nach Geiger und Hess, wenn man 3 Atgew. Schwefelsäure mit 1 At. Cyaneisenkalium und der hinreichenden Wassermenge aus einer Chlorcalciumlösung als Wasserbad destillirt und das Destillat in so viel Wasser auffängt, dass dieses zu dem in der Retorte befindlichen addirt, die gewünschte Verdünnung bewirkt. (Ann. der Pharm. III. 318.)

Eigenschaften. Die wasserfreie Cyanwasserstoffsäure ist eine farblose, stark nach bitteren Mandeln riechende, sehr flüchtige Flüssigkeit, die sich an der Luft, selbst in verschlossenen Gefässen, besonders bei Zutritt des Lichts in Cyanammonium und Kohlenstickstoff (? man s. Johnston: Ann. der Pharm. XXII. 280.), der sich in schwarzen Flocken abscheidet, zersetzt. Sie erstarrt bei -15° und siedet bei $26,5^{\circ}$. Spec. Gew. bei $+7^{\circ}$ 0,706, bei 18° 0,697. Ihre Dämpfe sind brennbar und geben beim Verbrennen Wasser, Kohlen-säure und Stickgas. Sie löst sich in jeder Menge Wasser und Alkohol, und je wasserhaltiger sie ist, desto mehr widersteht sie der Zersetzung, Alkohol bewirkt dasselbe schon in geringer Menge.

Blausäure ist bekanntlich ein gefährliches, schnell tödtendes Gift, das nur mit grosser Vorsicht in der Medicin angewendet werden darf. Buchner empfiehlt als Gegengift Ammoniak, Orfila schwa-

ches Einathmen von Chlor. Zur quantitativen Bestimmung eignet sich am besten salpetersaures Silberoxyd, durch welches die Blausäure vollständig ausgefällt wird. B.

Cyanyl. Bei der Einwirkung der Salpetersäure auf den Indig entwickelt sich eine ölige, stark riechende Substanz, welche von Boutin den Namen Cyanyl erhalten hat. Sie ist schwerer als Wasser, wenig darin löslich; sie ist sehr giftig und lässt sich unzersetzt bei sehr hoher Temperatur destilliren. (Journ. f. prakt. Chem. XX. 59.) M.

Cyanylsäure. Diese Säure, welche Liebig beim Kochen von Melon mit Salpetersäure erhielt (Pogg. Ann. XXXIV. 599.), und für eine eigene Säure hält, ist in Zusammensetzung und Krystallform mit der Cyanursäure ganz übereinstimmend. M.

Cyclamin oder Arthanatin. Im Cyclamen europaeum fand Saladin (Journ. de Chim. med. VI. 417.) diese Substanz, welche später von Buchner und Herberger untersucht wurde, jedoch nur oberflächlich. (Buchner's Rep. XXXVII. 36.) Es wird durch Ausziehen der Wurzel mit Weingeist, und Behandlung des eingedampften Extracts mit Aether und Knochenkohle in weissen, kratzend schmeckenden Nadeln erhalten. Zusammensetzung unbekannt. M.

Cylinderspiegel s. Spiegel.

Cynapin. In Aethusa Cynapium fand Ficinus eine krystallisirbare Substanz, welche mit Schwefelsäure ein krystallisirbares Salz geben soll. (Magaz. f. Pharm. XX. 357.) M.

Cypervitriol ist Kupfervitriol, den die Alten aus Cypern bezogen. B.

Cyprin, der durch Kupferoxyd blau gefärbte Vesuvian. B.

Cystic oxid. s. Cystin.

Cystin. Wollaston fand diesen Stoff zuerst in den Harnsteinen, welche sehr selten daraus bestehen, und dann eine gelbe, glänzende, facettirte Oberfläche haben. Aus kaustischem Kali krystallisirt es sehr langsam gut in sechsseitigen Blättern. Schon Prout analysirte es und fand darin $N_2C_6H_{12}O_4$, übersah aber darin 26,5 pCt. Schwefel, welche er für Sauerstoff nahm. Der Schwefelgehalt wurde durch Thaulow und gleichzeitig von Baudrimont gefunden. Die Zusammensetzung nach Thaulow $C_6H_{12}N_2S_2O_4$ oder 30,31 C; 4,94 H; 11,70 N; 26,58 S; 26,47 O. Ann. der Pharm. XXVII. 197. Ich fand dieselbe Menge Stickstoff und Schwefel darin. (Journ. f. prakt. Chem. XVI. 251.) M.

Cytisin. In dem Saamen von Cytisus Laburnum entdeckten Chevallier und Lassaigne einen sehr giftigen, nicht krystallisirbaren Extractivstoff, welcher nicht vollständig untersucht ist. (Buchner's Rep. VII. 268.) M.

Dadyl s. Terpenthinöl.

Daedaleum. Das Daedaleum, eine Erfindung Horner's (Pogg. Ann. XXXII. 650.), ist ein hohler Cylinder, welcher mit gleich weit von einander entfernten runden Oeffnungen versehen ist, deren Centra in einer auf der Cylinderaxe senkrechten Ebene liegen. Auf der inneren Fläche sind zwischen den Oeffnungen Figuren gezeichnet, welche wie bei den stroboskopischen Scheiben ein und dieselbe Figur in verschiedenen Stadien der Bewegung vorstellen. Wird der Cylinder mittelst einer Scheibe, auf welcher er befestigt ist, schnell um seine Axe gedreht, so glaubt man beim Hindurchsehen durch die Oeffnungen die Figur die angedeuteten Bewegungen ausführen zu sehen.

R.

Dämmerung. Unter Dämmerung versteht man bald den erhellten Theil des Himmels nach Untergang und vor Aufgang der Sonne, bald die zu dieser Zeit noch stattfindende allgemeine Helle, welche uns noch die Gegenstände um uns her sichtbar macht. Im ersten Sinne spricht man von einer Hauptdämmerung und einer zweiten Dämmerung, und weist für jene die Grenze dahin, von woher noch Sonnenstrahlen nach einmaliger Reflexion in der Atmosphäre zu uns gelangen, für die zweite Dämmerung dagegen dahin, von woher noch Sonnenstrahlen nach zweimaliger Reflexion zu uns kommen. Wären diese Grenzen scharf genug, so liessen sie sich zur Bestimmung der Höhe desjenigen Theils der Atmosphäre benutzen, welcher noch eine hinreichende Menge Licht zu reflectiren im Stande ist. Die Berechnungen dieser Art sind daher, wie sie denn auch zu sehr von einander abweichenden Resultaten geführt haben, nur von geringem Interesse.

In Bezug auf die Dämmerung im zweiten Sinne spricht man von einer bürgerlichen und einer astronomischen Dämmerung. Jene ist der Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und dem Augenblick, in welchem unsere täglichen Verrichtungen durch die Dunkelheit unterbrochen werden; diese der Zeitraum zwischen Sonnenuntergang und dem Moment, in welchem man alle mit blossen Auge sichtbaren Sterne zu erkennen anfängt. Als zweite Grenze der letzteren hat man diejenige Zeit angenommen, zu welcher die Sonne 18° unter den Horizont gesunken ist. Nach dieser letzten Voraussetzung lässt sich leicht die Länge der Dämmerung für jeden Ort und jeden Tag berechnen. Ist nämlich p die Polhöhe des Orts, δ die Declination, z die Zenithdistanz, s der Stundenwinkel der Sonne, so findet man auf trigonometrischem Wege sogleich

$$\cos s = \frac{\cos z}{\cos \delta \cos p} - \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg} p.$$

Setzt man hierin für z nach einander 90° und 180° , so bekommt man zwei Werthe s' und s'' für s , welche der ersten und zweiten Grenze der Dämmerung entsprechen; und $\frac{s' - s''}{15}$ würde die Dämmerungsdauer in Stunden sein. Man erhielte so z. B. 1 St. 18 Min. für den Aequator zur Zeit des Wintersolstitiums, 2 St. 4 Min. für eine Breite von 50° . Die Zeit der kürzesten Dämmerung fände sich alsdann bei $\sin \delta = \sin p \sin 9^\circ$. Hiernach würde diese Zeit kürzester Dämmerung eintreten für den Aequator in den Nachtgleichen mit einer Dauer von 1 St. 12 Min. für eine Breite von 50° , am 3. März und am 1. October mit einer Dauer von 1 St. 53 Min. Diese Bestimmungen verlieren aber sehr an Werth, wenn man bedenkt, dass die Dämmerung, (in sofern man die Sternerkennung als Merkmal festhält), nicht bloss von der Höhe des einer merklichen Erleuchtung fähigen Theils der Atmosphäre und von dem Stande der Sonne abhängt, sondern auch von der veränderlichen Durchsichtigkeit der Luft und von der Anwesenheit der (das Licht besonders stark reflectirenden) Dampfbläschen in der Luft. Denn diesen Umständen scheint man es hauptsächlich zuschreiben zu müssen, wenn die beobachtete Dämmerungsdauer in hohen Breiten die berechnete so sehr übertrifft, und die in niederen Breiten beobachtete die berechnete so sehr hinter sich zurücklässt. Unter Anderen giebt nämlich Acosta für Chili in der trockenen Jahreszeit $\frac{1}{4}$ St., v. Humboldt für Cumana nur wenige Minuten als Dämmerungsdauer an!

Mit der Höhe der Dampfbläschen bringt auch Kämtz die Erfahrung Riccioli's im Zusammenhang, dass im Sommer die Dämmerung länger sey als im Winter, so wie dass die Morgendämmerung kürzer sey als die Abenddämmerung.

R.

Daguerreotyp ist der Name für den von Daguerre erfundenen Apparat zur Fixirung der Lichtbilder der Camera obscura.

Das Geschäft dieser Fixirung zerfällt in zwei Operationen. Die erste bezweckt, die das Bild auffangende Tafel für Lichteindrücke empfänglich zu machen; die zweite, diese Tafel, nachdem sie die Lichteindrücke in der dunklen Kammer aufgenommen hat, für fernere Lichteinwirkungen unempänglich zu machen. Für den ersten Zweck muss die Tafel aus einer Substanz bestehen, oder mit einer Substanz überzogen sein, welche durch das Licht eine chemische Aenderung erleidet. Die Schatten und Lichte des Bildes werden alsdann durch die von der Intensität des einwirkenden Lichts hervorgebrachte grössere oder geringere Vollständigkeit der chemischen Aenderung bezeichnet, und es muss daher, um diese Unterschiede nicht wieder verwischen zu lassen, die Tafel spätestens dann dem Licht entzogen werden, wenn die lichtesten Stellen das Maximum ihrer Umänderung erfahren haben.

Die zweite Operation kann möglicher Weise darin bestehen, dass man nachgehends entweder die angegriffenen oder die vom Licht nicht angegriffenen Theilchen durch Erwärmung verflüchtigt

oder durch ein Auflösungsmittel fortschafft, und wenn es im letzteren Fall kein einseitiges Auflösungsmittel giebt, zuvor die einen oder die anderen Theile von neuem einer chemischen Umänderung zu unterwerfen.

Daguerre wendete als Material der Tafel silberplattirtes Kupfer an, auf deren fein polirter Oberfläche er durch Joddämpfe einen Ueberzug von Silberjodür erzeugte. Die vom Licht getroffenen Stellen verlieren einen Antheil Jod (es bildet sich ein Silbersubjodür), und werden dadurch fähig, wenn sie (nach Herausnahme der Platte aus der Kammer) Quecksilberdämpfen ausgesetzt werden, sich zu amalgamiren. Die amalgamirten Theilchen sind alsdann gegen fernere Lichteindrücke unempfindlich. Nachträglich kann dann noch das unverändert gebliebene Silberjodür durch Chlornatriumlösung, oder noch besser durch unterschwefelsaures Natron aufgelöst und durch Abspülen in Wasser fortgeschafft werden.

Ein noch einfacheres Mittel, das unveränderte Jodsilber fortzuschaffen, giebt Draper (Prof. in New-York) an, welches darin besteht, die Platte in kaltes Wasser zu tauchen, dann in eine mässig starke Kochsalzlösung zu legen, und an einer Ecke mit einem blank gefeilten Zinkstück zu berühren. Es bildet sich hierdurch eine galvanische Kette, durch deren Action sich vom Silber aus Wasserstoffgas entwickelt, welches sich mit dem Jod zu Jodwasserstoffsäure verbindet, und als solches vom Wasser aufgelöst wird.

Verfahren bei der Anfertigung der Bilder nach den Vorschriften, wie sie Daguerre bei der ersten Bekanntmachung seiner Erfindung gegeben hat, und Beschreibung der vornehmsten Theile des Apparats.

1) Polirung der Platten. Das Polirmittel ist höchst fein gepulverter Bimstein oder Tripel, welcher mittelst eines Beutels aufgestäubt wird. Dieses Aufstäuben geschieht zu wiederholten Malen, und nach jedem Stäuben wird mit frischer Baumwolle, die in etwas Olivenöl getränkt ist, leicht umhergerieben, bis die Politur einen genügenden Grad erreicht hat. Um der Platte alsdann den Fettüberzug zu nehmen, wird dieselbe, nachdem sie vorläufig mit Tripel und trockener Baumwolle nachpolirt worden ist, mit einigen Tropfen verdünnter Salpetersäure (1 Th. Säure auf 16 Th. Wasser), und dann mit immer erneuter trockener Baumwolle abgerieben, bis sie wie mit einem leichten, ganz gleichförmigen Hauch überzogen scheint, wobei man sich jedoch in Acht nehmen muss, mit einer von den Fingern berührt gewesenen Stelle der Baumwolle auf die Platte zu kommen. Nachdem mit trockenem Pulver wiederum überpolirt ist, wird die Platte auf der Rückseite erhitzt (indem man sie über einem Kohlenfeuer hin und her bewegt, oder mit einer Alkoholflamme darunter hin und her fährt), bis sich ein weisslicher Ueberzug zeigt, und alsdann schnell, etwa auf einer Marmorplatte, erkaltet. Darauf wird, um diesen Ueberzug wieder zu entfernen, von neuem mit trockener Baumwolle polirt, und nachgehends, ganz wie oben, mit Säure abgerieben. Dieses Nachpoliren und nochmalige Abreiben mit Säure soll

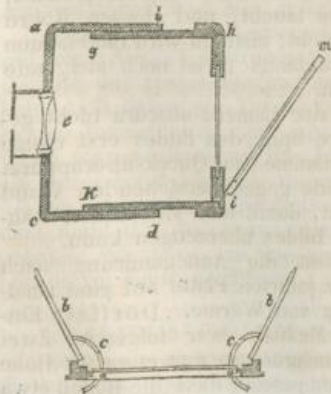
nach Daguerre zweimal, und kurz vor der Jodirung zum dritten Mal geschehen.

2) Jodirung. Derjenige Theil des Apparats, welcher zur Jodirung dient, ist ein viereckiger Kasten, welcher während der Operation mit einem Deckel verschlossen wird. In demselben befindet sich ein nach unten sich verjüngender Einsatz, auf dessen Boden das Jod in einer flachen Schaaale zu stehen kommt. Die Schaaale wird mit einem Gazedeckel bedeckt, damit sich die Joddämpfe gleichmässiger verbreiten. Auf kleinen Haltern am obern Ende des Einsatzes wird die auf einem Brettchen befestigte Platte (die Silberfläche nach unten) eingelegt. Die Befestigung auf dem Brett geschieht durch schmale Streifen von demselben Stoff und derselben Dicke wie die Platte, die in der Art aufgenietet werden, dass sie die Platte wie ein Rahmen einschliessen und durch kleine aufgelöthete Riegel festhalten. Die hiedurch bewirkte Vergrösserung der Metallfläche hat den Zweck, zu verhüten, dass sich das Jod an dem Rand der Tafel stärker ansetzt, als in der Mitte.

Die Joddämpfe lässt man so lange einwirken, bis die Platte einen goldgelben Anflug angenommen hat, wozu je nach den Umständen 5—30 Min. erforderlich sind. Ist diese Dauer überschritten, wobei die Färbung in's Violette übergeht, so wird die Platte gegen das Licht zu unempfindlich, und muss, wenn sie gebraucht werden soll, von neuem polirt und jodirt werden. Um die Färbung von Zeit zu Zeit ohne Nachtheil beobachten zu können, muss die Operation in einem nur matt erhellten Zimmer geschehen.

Bequemer ist die vom Mechanikus Dörffel herrührende Einrichtung, welche in einem etwa 9" hohen, viereckigen Kästchen besteht, in welches zwei über einander geklebte und zwischen sich Jodkörnchen enthaltende viereckige Pappscheiben gelegt werden, und auf welches das Brettchen mit der Metallplatte aufpasst. Hiebei reicht meist schon eine Zeitdauer von 1 Min. hin, den gelben Anflug hervorzubringen.

3) Einrichtung der Camera obscura und Einbringung der Platte in dieselbe. Der Einsatz, welcher die Linse *e* enthält,



die durchaus achromatisch und möglichst frei von sphärischer Abweichung sein muss, ist vorn mit einer Blende versehen, deren Oeffnung verschlossen werden kann. Um der Platte die richtige Entfernung von der Linse geben zu können, ist der Kasten aus zwei in einander verschiebbaren Theilen *abcd* und *ghik* zusammengesetzt, von denen der letztere so eingerichtet ist, dass in seine hintere Oeffnung *hi* der Rahmen passt, welcher zur Aufnahme des Brettes mit der Kupferplatte dient. Die nachstehende Figur stellt einen Durchschnitt dieses Rahmens vor. *aa* ist das Brettchen mit der

nach oben gekehrten Metallplatte, *bb* sind zwei Thüren, welche, wenn sie niederliegen, die letztere vor jedem Lichteindruck schützen. Diess Niederlegen geschieht mittelst zweier Messingbögen *c, c*, die sich durch passende Oeffnungen in der einen Seite des Rahmens hindurchschieben lassen. Der feste Verschluss der Thüren auf der Oberseite, so wie das Festhalten des Brettchens *aa* auf der Rückseite wird durch kleine Riegel bewerkstelligt.

Vor dem Versuch wird in *hi* ein Rahmen mit einer mattgeschliffenen Glastafel eingesetzt, und *ghik* so lange verschoben, bis auf der letzteren das Bild die grösste Schärfe hat. Zur bequemeren Betrachtung befindet sich an dem letztgenannten Rahmen ein Spiegel *im*, in welchem man das Bild von oben her reflectirt sieht.

Was die Operation betrifft, so werden die Thüren des Rahmens, in welchem sich die Metallplatte befindet, erst nach dem Einsetzen in die dunkle Kammer geöffnet. Wie lange das Licht einwirken muss, hängt zum Theil von der Helligkeit der Farbe, zum Theil von der Stärke der Beleuchtung des zu copirenden Gegenstandes, mithin auch vom Klima, von der Jahres- und Tageszeit, so wie von der Reinheit des Jodes ab. Zur richtigen Beurtheilung der Zeit kann man daher nur durch die Erfahrung kommen. Für Paris wechselte nach Daguerre die Dauer zwischen 3 und 30 Minuten.

Weder zwischen dem Jodiren und der Anwendung der Kammer, noch zwischen der Herausnahme des Bildes und dem Fixirungsverfahren sollte mehr als eine Stunde verfließen.

4) *Fixirung der Bilder.* Der Apparat, in welchem die Amalgamation geschieht, besteht aus einem viereckigen, vierfüssigen Kasten, der sich nach unten zu verjüngt, und in dessen Boden ein eisernes Gefäss für das Quecksilber angebracht ist. In dem oberen Theil des Kastens wird auf Leisten ein Rahmen aufgelegt, dessen Ebene 45° gegen den Horizont geneigt ist, und in welchen das Brettchen mit der Metallplatte, nachdem es aus dem ersten Rahmen herausgenommen, eingesetzt wird. Behufs der Amalgamation wird das Quecksilber, nachdem der Kasten durch einen Deckel verschlossen ist, durch eine untergestellte Spiritusflamme bis auf 60° C. erhitzt, welche Temperatur an einem Thermometer abgelesen wird, dessen Kugel in das Quecksilbergefäss taucht, und dessen Röhre durch eine Wand des Kastens hindurchgeht; alsdann wird die Flamme fortgenommen und gewartet, bis die anfangs meist noch steigende Temperatur bis etwa auf 45° gesunken.

Die Farbe des Jodsilbers wird in der Camera obscura nicht geändert, und es tritt die erste sichtbare Spur des Bildes erst einige Minuten nach der Entfernung der Flamme im Quecksilberapparat hervor. Es ist daher in der dem Bilde gegenüberstehenden Wand des Kastens ein Glasfenster angebracht, damit man sich schon während des Versuchs vom Gelingen des Bildes überzeugen kann.

Schneller und bequemer geschieht die Amalgamirung nach Himly's Vorschlag durch Auflegen der jodirten Platte auf eine amalgamirte Kupferplatte unter Anwendung von Wärme. Dörffel's Einrichtung für die Ausführung dieser Methode war folgende: Zwei viereckige Blechbecken, von denen das grössere nur etwa 9" Höhe zu haben braucht, werden so in einander gesetzt, dass die Böden etwa

1—2'' von einander abstehen, und dass die Ränder an der einen Seite hinlänglich weit von einander entfernt bleiben, um ein Thermometer einlegen zu können. Der Zwischenraum zwischen beiden Becken wird mit Wasser gefüllt, welches bis gegen 40° erwärmt wird. Nachdem es bis auf 30° erkaltet ist, legt man in das obere Becken die amalgamirte Kupferplatte und deckt das Brett mit der jodirten Platte darauf. Ist die Temperatur bis auf 26° gesunken, so ist das Bild vollendet.

5) Entfernung des Jodüberzugs. Die Platte wird, nachdem man sie vom Brette abgenommen und in reines Wasser getaucht hat, in ein Becken gelegt, welches mit einer starken Kochsalzlösung oder einer schwachen Lösung von unterschwefelsaurem Natron gefüllt ist. Bei der Anwendung des Kochsalzes ist eine Erhitzung nothwendig, die jedoch nicht bis zur Siedhitze steigen darf. Ist die gelbe Farbe gänzlich verschwunden, so bringt man die Platte, um die anhaftenden Theilchen der Salzlösung fortzuschaffen, in ein Becken mit reinem Wasser und lässt alsdann auf einer schiefen Ebene heisses destillirtes Wasser über die Platte hinlaufen.

Gaudin's Versuche über die Einwirkung des Lichts auf den Jodüberzug.

Ueber das Verhalten des Jodüberzugs gegen das Licht sind namentlich von Gaudin Versuche angestellt worden. Er setzte eine jodirte Platte, nachdem er sie zur Hälfte bedeckt hatte, dem Sonnenlicht aus, bis die unbedeckte Hälfte ganz dunkel gefärbt war, liess dann Jodchlorür auf dieselbe wirken, brachte sie in die dunkle Kammer und unterwarf sie endlich dem Amalgamationsverfahren. In dem so erhaltenen Bilde war gar kein Unterschied zwischen dem Theil auf der unbedeckt gewesenen Hälfte und dem auf der bedeckt gewesenen zu bemerken, und es blieb nur eine feine Gränzlinie zwischen ihnen wahrnehmbar.

Ferner schwärzte er eine hellgelb jodirte Platte am Sonnenlicht, setzte sie wieder bis zur Bildung einer rothen Schicht dem Jod aus, und gewann nachgehends ein Bild in 1 Min., zu welchem ohne dieses Verfahren 3—4 Min. erforderlich gewesen wären.

Es geht hieraus hervor, dass das Jodür vom Licht eine Reduction auf eine niedere Jodirungsstufe erfährt, und dass durch neue Joddämpfe das ausgeschiedene Jod wieder ersetzt werden kann. Man kann sich daher am Tageslicht nach der Jodirung von der vollkommenen Reinheit der Platte vor ihrer ferneren Benutzung überzeugen, wenn man nachgehend das Jodirungsverfahren wiederholt. Das ist ein besonderer Vortheil, da es nach der Daguerre'schen Methode höchst schwierig ist, die Platte nach dem Poliren so rein zu erhalten, dass nicht das Jod in einzelnen Punkten vom Zutritt zum Silber abgehalten würde — ein Umstand, welchem zufolge Flecken und kleine Lücken im Bilde entstehen.

Vervollkommnung der Daguerre'schen Methode.

Die wesentlichsten Mängel der Daguerre'schen Methode waren die ebenerwähnte Unvollkommenheit des Reinigungsverfahrens zum

Behuf der Jodirung, und die Länge der Zeit, welche die Entstehung des Bildes forderte, und welche nur eine Anwendung auf Abbildung unbewegter Gegenstände gestattete. Zur Beseitigung des letzten Mangels richtete man seine Aufmerksamkeit theils auf die Vervollkommnung des optischen Theils des Apparats, theils auf die Auffindung empfindlicherer Ueberzugsmittel für die Platte. In der ersten Beziehung wurde sehr viel geleistet durch Voigtländer (in Wien), welchem es gelang, nach einer Berechnung von Petzwal ein so vollkommenes Camera-obscura-Objectiv zu schleifen, dass der Gewinn an Lichtstärke die Dauer der Bilderzeugung ansehnlich verkürzte. In der zweiten Beziehung fand man, dass ein Zusatz von Chlor oder Brom oder von beiden die Empfindlichkeit ungemein steigern. Die vorzüglichsten Förderer der Daguerreotypie in dieser Hinsicht waren Kratochwila, die Gebrüder Natterer und Martin.

Kratochwila zeigte gegen Anfang des Octobers 1840, dass man mit einer bestimmten Mischung aus Brom und Chlor in 8 Secunden ein scharfes Bild erhalten könne. Die Gebr. Natterer machten am 24. März 1841 bekannt, dass man im directen Sonnenlicht mit Hilfe der Voigtländer'schen Camera obscura ein Bild in weniger als 1 Secunde erzeugen könne, wenn man die jodirte Platte vor der Einbringung in die Kammer Chlordämpfen aussetze. Martin lehrte, dass das letzte Verfahren am sichersten gelinge, wenn man die lichtgelb jodirte Platte eine, aber nur sehr kurze, Zeit den Dämpfen des stark mit Chlorgas gesättigten Wassers aussetzt*).

Im April desselben Jahres fand Kratochwila, dass die Natterer'sche Methode sehr an Sicherheit gewinne, wenn man sogleich nach dem Putzen Dämpfe von Jodchlorür anwendete. Seine Vorschrift zu dessen Gewinnung ist folgende: Man bringe das Jod in eine Vorlage und leite so lange Chlordämpfe darüber hin, bis dasselbe beinahe vollkommen zerfließen eine dunkelbraune Flüssigkeit, mit Jodresten versehen, darstellt, und sich um den Hals der Vorlage eine gelbliche Substanz (Jodchlorid) gebildet hat. Das Chlorjodpräparat wird alsdann angewendet, nachdem man es mit 4 Th. Wasser gemischt hat.

Auch auf die hiernach präparirten Platten lässt sich das Verfahren Gaudin's anwenden, da derselbe fand, dass auch Platten mit Jodchlorürüberzug, eine Secunde dem Sonnenlicht ausgesetzt, und von neuem mit Jodchlorür behandelt, für Lichteindrücke empfänglich blieb.

Somit war die Aufgabe gelöst, vollkommene Portraitirungen herzustellen; ja mit Anwendung von Jod, Brom und Chlor, welche nach einem dem Kratochwila'schen ähnlichen Verfahren zuvor mit einander verbunden wurden, sind die Gebr. Natterer im Stande gewesen, belebte Strassen, schreitende Menschen, in vollem Lauf begriffene Pferde etc. aufzunehmen.

Auch für die sichere Herstellung reiner Platten sind von Kratochwila und Martin gelungenere Methoden aufgefunden, welche sich überdiess durch Einfachheit auszeichnen und wenig Zeit rauben.

*) Diesem Verfahren ganz ähnlich ist das von Claudet und Fizeau angewendete, nach welchem die jodirte Platte auf einige Augenblicke über eine verdünnte Auflösung von Brom in Wasser gehalten wird.

Kratochwila reinigt nämlich die mit Oel polirte Platte einigemal mit sorgfältig und öfter destillirtem Terpenthinöl und Baumwolle, reibt alsdann, ehe das Oel eintrocknet, mit einem elastischen Ballen von Rehleder, welches zuvor durch Spiritus und Wasser gereinigt worden ist, nach, und giebt der Platte durch nachfolgendes Reiben mit einem zweiten reinen Lederballen ihre Vollendung. Dies Geschäft raubt bei einer 6—8 Zoll grossen Platte nur 2—3 Minuten. Noch schärfer werden die Bilder nach der Martin'schen Putzmethode, welche in der Anwendung von Weingeist, destillirtem Wasser, präparirten Schaafknochen und weichem Rehleder besteht, welches letztere zuvor in Schwefeläther gereinigt worden ist.

Einfluss der Farbe des wirkenden Lichts.

Schon vor der Entdeckung der Vorzüge der Chlor- und Bromverbindungen machte Draper auf die Verschiedenheit der Wirksamkeit der verschiedenen Farbstrahlen aufmerksam, namentlich darauf, dass die blauen Strahlen am schnellsten, die gelben am langsamsten wirken. Er kürzte daher durch blosse Benutzung der blauen Strahlen das Verfahren ab, und erklärte den Achromatismus des Objectivs für unnöthig, wenn man das Licht durch blaues Glas leitete, die Tafel in den Brennpunkt der blauen Strahlen stellte und zeitig genug wieder herausnähme. Eine ähnliche Verschiedenheit in der Wirksamkeit der verschiedenen Farbstrahlen hat man für die Jodchlorürüberzüge gefunden.

Neue Daguerreotypirungsmethoden.

Ganz abweichende, aber viel versprechende Verfahrensarten, Lichtbilder zu erzeugen, sind von Natterer und Daguerre angekündigt worden. Nach dem, was darüber bekannt ist, wird bei der Natterer'schen Methode weder Jod noch Brom, noch Quecksilber angewendet, und das Bild vollendet sich auf der Kupfer- oder Silberplatte je nach den angewendeten Mitteln entweder schon in der Kammer oder sogleich nach dem Herausnehmen nach blosser Erwärmung *).

Daguerre bringt bei der Erzeugung der Bilder Elektrizität in Anwendung, indem er die eigens dazu präparirte Platte in der Camera obscura isolirt und in dem Augenblick der Bilderzeugung einen elektrischen Funken durchgehen lässt. Die Entstehung des Bildes soll so momentan dabei sein, dass er bei seinen ersten Versuchen die Blendung nicht so schnell schliessen konnte, als es für ein reines Bild erforderlich war, und er daher ein minder empfindliches Agens aufsuchen musste.

*) Hierher könnte man auch die Hofer'sche Erfahrung rechnen, dass sich ohne Einwirkung von Quecksilberdämpfen Bilder erzeugen, wenn man eine Platte, die nach der gewöhnlichen Vorbereitung kein Bild gegeben hat, mehrere Stunden dem Licht aussetzt. Nur erscheinen dabei die Schatten licht und die lichten Stellen dunkel.

Anwendungen der Daguerreotypie.

Zu den Nutzenanwendungen der Daguerreotypie gehört vornehmlich die von Schuh zuerst ausgeführte Abbildung mikroskopischer Gegenstände mittelst des Hydroxygengasmikroskops, und die von Berres herrührende Vervielfältigung der Lichtbilder durch den Druck. Die Anweisung, welche der letztere hiezu giebt, ist folgende: Man tauche die in einer Kupferpincette gehaltene Silberplatte in 25gradige Salpetersäure, und hebe sie wieder heraus, sobald sich die ersten kleinen Bläschen zeigen. In wenigen Secunden ist dann das Bild in ein vertieftes Metallbild verwandelt. Während dieser Anwendung soll man durch Neigen der Platte die anhaftende Flüssigkeit an die Stellen hinleiten, wo die Aetzung zu langsam oder gar nicht stattfindet. Um die Tiefe der Aetzung so stark zu machen, dass sich die Platte zum Abdruck eignet, wiederhole man rasch hintereinander dies Verfahren noch 3—4 Mal, und tauche, wenn die gewünschte Tiefe erreicht ist, und ein grauer Mordant die Linien und Umsrisse des Bildes bedeckt, die Platte in destillirtes Wasser, putze sie mit verdünntem Ammoniak oder mit Weingeist und präparirten Schaafknochen und benutze sie sogleich zum Druck oder zur Vervielfältigung durch Galvanoplastik. Zum vollkommenen Gelingen soll jedoch eine starke Quecksilberdicke, ein scharfes Bild, und eine rein geputzte Platte von gleichem inneren Gefüge erforderlich sein. Von einer seiner besten Platten hat Berres 310 scharfe Abdrücke erhalten, und glaubte noch andere 310 schwächere erhalten zu können. Vorzüglich geeignet zum Aetzen fand Berres auch die Bilder auf reinen Kupferplatten, welche nach Kratochwila dadurch gewonnen werden, dass man die blank polirte Kupferplatte bis zur Kupferbronzefarbe jodirt und dann den Dämpfen von Chlorbrom aussetzt, bis sie eine violette Färbung angenommen hat. Sie bedarf aber einer viermal längeren Einwirkung des Sonnenlichts als eine Silberplatte, und erfordert zur scharfen Ausbildung des Bildes Quecksilberdämpfe von 100—120° C. in theilweisen Abstufungen. R.

Dahlin s. Jnulin.

Dalleiochin. Wird schwefelsaures Chinin in Chlorwasser aufgelöst und Ammoniak hinzugesetzt, so entsteht ein grüner Niederschlag, die darüber stehende Flüssigkeit, welche gleichfalls grün gefärbt ist, wird abfiltrirt und eingedampft, wobei sie sich anfangs röthlich, zuletzt aber dunkelrothbraun färbt. Brandes und Leber haben in dem Rückstande zwei Stoffe gefunden, von denen der eine in Alkohol löslich, der andere aber unlöslich in Alkohol und Wasser ist. Der grüne Niederschlag ist von ihnen Dalleiochin*) der rothe in Alkohol lösliche Stoff Rusiochin (von *ῥοῦσιος* rothbraun) und der in Alkohol und Wasser unlösliche Melanochin (von *μελας* schwarz) genannt worden. Das Dalleiochin getrocknet, erscheint als ein grünes körniges Pulver, das sich nur in Alkohol mit grüner Farbe auflöst. In kochendem

*) Von *θαλάσσιον* grünen und blühen, indem das *θ* mit einem *δ* wechselt worden ist. Es müsste nach dieser, übrigens sehr schlecht gewählten Etymologie also Thalleiochin heißen.

Wasser ist es nur wenig und in Aether gar nicht löslich. In Säuren aufgelöst bildet es eine dunkelrothbraune Lösung, welche, mit Ammoniak versetzt, Dalleiochin wieder abscheidet. Wird diese Auflösung abgedunstet, so bleibt ein brauner Rückstand. Nach den Analysen von Brandes und Leber besteht es aus $N_2, C_1, H_2, O_5 = 9,086 N$; $58,641 C$; $6,406 H$; $25,864 O$. Im Geschmacke gleicht es dem Chinin, es ist geruchlos und luftbeständig. (Arch. d. Pharm. XV. 259 u. 272.) M.

Damast, Damaststahl, damascirter Stahl, ist ein Stahl, dessen Oberfläche hellere und dunklere Figuren zeigt, wenn man denselben mit verdünnten Säuren z. B. Schwefelsäure schwach ätzt. Er hat seinen Namen von der Stadt Damaskus, wo die berühmten Damascener Klingen gefertigt werden. Ein Stahl, der bei der erwähnten Behandlung damascirt wird, besteht aus keiner gleichförmigen Masse, sondern aus verschiedenen Verbindungen zwischen Kohlenstoff und Eisen, die sich ungleich gegen Säuren verhalten, und von denen die eine in der anderen krystallisirt, und sich von ihr absondert. Nimmt man mit einer Säure die Oberfläche des Stahles weg, so wird die innere Structur bloss gelegt, gewisse Theile werden von der Säure angegriffen und geschwärzt, indem sie nur das Eisen aufnimmt und die Kohle auf der Oberfläche zurücklässt; andere Bestandtheile bleiben unangegriffen und blank. Es erhellt hieraus, dass ein weicher, an Kohlenstoff armer Stahl sich zur Damascirung nicht eignet, und dass schnelle Abkühlung des Stahls ebenfalls derselben nicht günstig ist, weil die in Rede stehenden Verbindungen nicht Zeit haben sich zu bilden. Dagegen zeigt sich der Gussstahl, wenn er langsam erkaltet ist als Damaststahl.

Man fertigt damascirten Stahl dadurch, dass man Stahlstäbe mit Eisenstäben oder Draht umwickelt und zusammenschmiedet. Dieser verliert aber seine Damascirung beim Umschmelzen, die indess wieder hervorgebracht werden kann durch Glühen, langsames Erkalten und Behandlung mit Säure. Die Erscheinung findet sich selbst bei der Vereinigung verschiedener Sorten Stabeisen und wohl bei jedem Gerbstahl, nur in schwächerem Grade.

Aus Ostindien kommt ein Stahl, Wootz genannt, der die Damascirung auch noch nach wiederholtem Umschmelzen zeigt, was der grossen Neigung desselben zur Annahme einer krystallinischen Textur zugeschrieben werden muss. Faraday und Stodart haben darin kleine Mengen von Aluminium und Kieselsäure gefunden, und durch Zusatz dieser Substanzen zum Stahl und zweckmässiges Verfahren ein dem Wootz ganz gleiches Produkt erhalten, allein Bréant hat gezeigt, dass Aluminium oder ein anderes Metall zur Damascirung, wie sie der Wootz zeigt, nicht erforderlich sei, und dass man durch Zusammenschmelzen von 100 Theilen weichem Eisen und 2 Th. Kienruss, oder 100 Th. grauem Gusseisen in Drehspähnen und 100 Th. zuvor oxydirter Spähne einen vortreflichen Gussstahl erhalte, der auch eine schöne Damascirung giebt. (Berzel. Jahresb. I. 53. IV. 124).

Nach Fischer (in Schaffhausen) erhält man aus nickelhaltigem Eisen einen guten damascirten Stahl, von ihm Meteorstahl genannt, und Kastner giebt zur Darstellung eines solchen folgende Vorschrift: 24 Th. Zink, 4 Th. Nickel, 1 Th. Zinn werden zusammengeschmolzen,

und 8 Unzen davon mit 24 Pfund Gussstahl, 6 Unz. fein gepulvertem Chromeisenstein, 1 Unze Kohlenpulver, 2 Unz. ungelöschtem Kalk und 2 Unz. Porzellanthon gemengt und geschmolzen. Dieser Stahl wird nach der bekannten Behandlung stark damascirt. Jahresbericht VIII. p. 113. B.

Dammar (Katzenaugenharz) kommt von *Dammara alba*, einem in Ostindien wachsenden Baume, und von der *Agathis loranthifolia*. Die Dammarharzsorten, welche nach Europa in den Handel gebracht werden sind verschiedenartiger Natur. Die eine Sorte ist fast farblos, geruch- und geschmacklos, schwer schmelzbar, hat ein spez. Gew. von 1,097 bis 1,123, es ist in Alkohol nur wenig, leichter aber in Aether und Oelen löslich. Schwefelsäure und Salpetersäure wirken nur wenig darauf ein und bilden damit keinen künstlichen Gerbstoff. In Alkalien ist es ebenfalls nur wenig löslich. Brandes und Lucanus setzten zur Auflösung des Dammarharzes in Terpenthinöl Kali, dampften die Auflösung bis zur Trockne ein und erhielten eine in Wasser und Alkohol lösliche Verbindung. Die Verbindung desselben mit Metalloxyden wird durch Aether zerlegt. Genannte Chemiker fanden in diesem Harze ein in Alkohol lösliches und ein unlösliches Harz.

Eine andere Sorte kommt als rauhe, staubige, durchscheinende milchweisse, zuweilen auch gelbe bis braune Masse in den Handel, von glasigem Bruche, weniger hart als Copal, bisweilen elastisch, von elemiartigem Geruche und einem spez. Gew. von 1,04—1,06. Beim Erwärmen schwillt es auf, giebt Wasser und ätherisches Oel ab, wird weich, kann aber nicht zum Fließen gebracht werden. In kaltem Alkohol löst es sich nur schwierig auf, leichter in heissem, Terpenthinöl und Steinkohlentheeröl lassen einen Rückstand, die Gemenge beider lösen es aber vollständig auf. M.

Dammerde oder Moder ist das Produkt der Fäulnis von Pflanzen und animalischen Stoffen, welche, der Erde beigemischt, die Fruchtbarkeit derselben erhöhen und bedingen. Vergl. den Artikel Humus. M.

Dampf ist in neuester Zeit die allgemeine Benennung derjenigen Körper geworden, die durch Wärmewirkung den ausdehnensamen Zustand angenommen haben.*) Die Dämpfe erhalten ihre Benennung

*) Man hat nämlich, um dasjenige zu bezeichnen, was die Engländer durch Steam, die Franzosen durch vapeur ausdrücken, zwischen den deutschen Wörtern Dunst und Dampf zu wählen. Der Sprachgebrauch der Physiker ist daher lange schwankend gewesen und die Dampfmaschinen, welche kein Mensch Dunstmaschinen nennen wird, haben, wie in so vielen Fällen, vielleicht auch hier mehr den Ausschlag gegeben, als eine sprachliche Erwägung. Auf welche Weise eine solche aber jenen jetzt üblichen Sprachgebrauch rechtfertigen kann, möge hier um so mehr erörtert werden, als der Verf. (S. Fischer's mech. Naturl. vierte Aufl. I. S. 588.) früher anderer Meinung war. Dem gewöhnlichen Sprachgebrauche gemäss bezeichnet Dunst etwas in der Luft Vorhandenes ebenfalls Luftartiges,

nach den Stoffen, aus denen sie entstanden sind, und von denen sie sich auch in Hinsicht auf ihre chemische Zusammensetzung nicht unterscheiden, z. B. Wasserdampf, Aetherdampf, Weingeistdampf etc. Ihre Entstehung so wie ihr Fortbestehen in Gasform ist eine Wirkung der Wärme, d. h. jenes expandirenden Princip, das sich in allen Körpern als ein Bestreben nach Volumenerweiterung zu erkennen giebt. Diesem Bestreben wirkt, wie in dem Artikel Aggregatzustand gelehrt ist, 1) eine attractive Kraft entgegen, die sich in festen Körpern als Cohäsion und Adhäsion zeigt, ausserdem 2) aber auch ein mechanischer Druck von Aussen, der bei vielen tropfbar flüssigen Körpern fast das alleinige Hinderniss der Verdampfung ist. Der Uebergang aus einem Aggregatzustande in den anderen geschieht jederzeit sprungweise, d. h. das feste wird plötzlich flüssig, das Tropfbare plötzlich luftförmig und umgekehrt. Dabei zeigt sich stets eine merkliche Aenderung in dem Wärmezustande, indem bei dem Uebergange in

das durch die Sinne, besonders den des Geruchs, als etwas Fremdartiges erkannt wird. Dampf hingegen wird das aus irgend einem andern Körper hervortretende Luftförmige genannt, das sich besonders dem Gesichtssinn offenbart. So spricht man von dem Dunst in einem Zimmer, von dem Dampfe des kochenden Wassers. In beiden Fällen gewahrt man etwas nicht zur Luft gehöriges, aber doch in ihr luftförmig enthaltenes, im ersteren Falle erkennt man aber mit den Sinnen die Entstehung desselben nicht, sondern schliesst sie erst aus den Umständen; im letzteren nimmt man sie deutlich wahr. Auf jenen Unterschied der unmittelbaren oder mittelbaren Wahrnehmung der Entstehung möchte bei dem Begriffe dieser Wörter alles hinauskommen. Damit hängt das lebhaftere oder minder lebhaftere Entstehen zusammen; denn eine grössere Lebhaftigkeit der Entwicklung muss offenbar die unmittelbare Beobachtung erleichtern. (Demgemäss spricht man von den Ausdünstungen eines Pferdes im Stalle; sagt aber: das Pferd dampft, wenn man es nach raschem Laufe von nebelähnlichen Wölkchen umgeben sieht.) Für den Physiker tritt dieser Unterschied in den Hintergrund; sobald er die Entstehung auf seinem Wege erkannt hat. Demgemäss könnte er den einen oder den andern Ausdruck gebrauchen. Es möchte aber dennoch, jenem Unterschiede entsprechend, der Ausdruck Dampf für alle luftförmigen Stoffe, deren Ursprung aus festen oder tropfbaren Körpern nachweisbar ist, beizubehalten sein. Der Ausdruck Dunst hingegen den ihrem Ursprunge nach noch unbekanntem oder noch zu untersuchenden Stoffen vorbehalten bleiben. Demgemäss ist Wasserdampf durch den Einfluss der Wärme in Gas verwandeltes Wasser, das seine chemische Natur nicht geändert hat: Kellerdunst, ein genauer zu untersuchendes Gemisch von Gasarten, dessen Entwicklung in Kellerräumen begünstigt ist. Der Ausdruck Wasserdunst wird nach diesem Sprachgebrauche zweideutig, da ausser den Wasserdämpfen auch noch andere Gase aus dem Wasser hervortreten können, welche mit jenem vereinigt den Dunst d. h. die Ausdünstung desselben ausmachen. Eine so genau begränzte Sprache des Physikers wird Ausdrücke wie Pferdedunst gestatten, solche wie Pferdedampf aber (in Gas verwandeltes Pferd) lächerlich finden lassen. Mit dem hier angegebenen Begriffsunterschiede beider Wörter ist es vollkommen übereinstimmend, wenn man Reden oder Veranstaltungen, die grosse Erwartungen erregen, hinter denen aber nichts Reelles ist, einen blauen Dunst nicht blauen Dampf nennt. Denn dadurch, dass man ihr eigentliches Wesen nicht kennt, täuschen sie.

den festeren Aggregatzustand Wärme von dem Körper abgegeben, bei dem entgegengesetzten Uebergange Wärme aufgenommen wird, (s. Wärme, freie, gebunden). Es ist daher bei Dämpfen jederzeit ein Unterschied zwischen der an ihnen durch das Thermometer wahrnehmbaren freien Wärme und zwischen der gebundenen zu machen, welche nöthig ist, um sie in Dampfform zu erhalten und welche, so lange sie zu diesem Zwecke verwendet ist, auf andere Körper nicht weiter ausdehnend wirken kann, für unser Gefühl daher, so wie für das Thermometer verloren geht. Wenn man z. B. ein Pfund Wasserdampf bei 0° in Hinsicht auf den Wärmegehalt mit einem Pfunde Wasser und mit einem Pfunde Eis von 0° vergleicht, so enthält der Dampf 435 Wärmemengen mehr als das Wasser und dieses 60 Wärmemengen mehr als das Eis; und zwar Wärmemengen von der Grösse, dass eine derselben das Pfund Wasser um einen Reaumürschen Grad zu erwärmen vermöchte.

Die Theorie der Dampfbildung ist noch nicht auf einfache Principe zurückgeführt und die neuesten Erfahrungen über die Wärme erschweren die wissenschaftliche Begründung derselben. Als die Wärme noch für einen unwägbaren Stoff (*caloricum*) galt, konnte man den Dampf als ein gleichsam chemisches Gemisch von Wasser und Wärmestoff darstellen, und diese Vorstellungsart erleichtert auch jetzt noch die Auffassung des Factums; wenn gleich der Grund desselben ganz wo anders zu suchen ist. Man stellte sich demgemäss vor, dass die verdampfende Flüssigkeit Verwandtschaft zum Wärmestoff habe und in gewissem Verhältnisse mit ihm verbunden, Dampf werde. Jedes Theilchen an der Oberfläche einer Flüssigkeit nimmt daher fortdauernd Wärmestoff auf, verwandelt sich mit demselben in Dampf und dehnt sich in dem umgebenden Raum als solcher aus. Dabei äussert der neuentstandene Dampf im Moment seiner Entstehung eine gewisse Expansivkraft (s. d.) und wird unter allen Umständen zur Entstehung kommen, sobald nicht ein eben so grosser oder ein grösserer hindernder Druck ihm entgegen wirkt. Einen hindernden Druck bringen aber 1) die Wände eines Gefässes, 2) eine absperrende Flüssigkeit (Quecksilber, Wasser u. dgl.) oder, was sehr zu beachten ist, 3) die Expansivkraft des in dem Raume, wo der Dampf entstehen soll, schon vorhandenen gleichartigen Dampfes hervor. Wenn daher eine Flüssigkeit, ganz in eine feste Umhüllung eingeschlossen den abgeschlossenen Raum ganz ausfüllt; so kann sich kein Dampf bilden; es sei denn dass die Expansivkraft desselben im Momente der Entstehung die Hülle zu zersprengen vermöchte. Eben so kann sich im Innern einer der Einwirkung der Schwere unterworfenen Flüssigkeitsmasse kein Dampf bilden, es sei denn, dass der Druck den die Flüssigkeit ausübt, geringer ist als die Expansivkraft des sich bildenden Dampfes. Endlich kann sich auch an der Oberfläche einer Flüssigkeit kein Dampf bilden, wenn schon Dampf derselben Art vorhanden ist und mit derjenigen Expansivkraft, die der entstehende Dampf hat, auf die Oberfläche drückt. Das Vorhandensein anderer Gasarten mit beliebig hohem Druck hemmt die Dampfbildung nicht, wenn gleich es dieselbe verzögert. Daher findet auf der Oberfläche der Erde unter allen Barometerständen Verdampfung des freien Wassers statt, obwohl die Expansivkraft der sich im Freien bilden-

den Dämpfe nicht den sechszehnten Theil des mittleren Luftdrucks (Barometerstandes), oft sogar nur den hundertsten Theil desselben und noch weniger beträgt. Die Erfahrung zeigt, dass die Expansivkraft des Dampfes von der Temperatur desjenigen Raumes abhängig ist, in dem er sich bildet; so dass Wasserdunst der bei 20° entsteht, eine bedeutend grössere Expansivkraft hat als Wasserdunst, der bei 10° gebildet, und, von der Flüssigkeit abgesondert, noch um 10° (also bis auf 20°) erwärmt wird. Bei grösserer Wärme kann also derselbe Raum mehr Dampf aufnehmen als bei einer geringeren. Es giebt für jede Temperatur eine Gränze, die nicht überschritten werden darf, und welche durch die Ausdrücke Maximum der Expansivkraft, Maximum der Dichtigkeit bezeichnet wird. Unter dem Maximum verhält sich der Dampf gegen den Druck, wie gegen die Wärme, vollkommen wie jede andere Gasart und dehnt sich nach denselben Gesetzen wie jene aus. (s. Wärmeausdehnung.) Die Expansivkräfte verhalten sich bei der Temperatur t und t' wie $1 + mt$ zu $1 + mt'$, wobei m den Werth 0,00364 hat. Wird Dampf, der eine gewisse Expansivkraft e hat, die geringer ist, als die der Temperatur t als Maximum entsprechende E , comprimirt; so wächst nach dem Mariotte'schen Gesetz (s. d.) seine Expansivkraft dem Drucke proportional, kann aber auf diese Weise so lange der Dampf die Temperatur t hat, nicht grösser als E werden. Sobald der Druck so gross geworden, dass die Expansivkraft E ist, hat jede Fortsetzung des Drucks einen Niederschlag des Dampfes in flüssiger Gestalt zur Folge. Aehnliches geht vor, wenn die Temperatur des Dampfes, der nicht im Maximum der Dichtigkeit ist, erniedrigt wird. Sobald die Abkühlung unter diejenige Temperatur, für welche die Menge des in dem Raum enthaltenen Dampfes das Maximum ist, gelangt, schlägt sich ein Theil des Dampfes nieder und es bleibt immer nur so viel, als dem Maximum der vorhandenen Temperatur entspricht.

Es ist daher von der grössten Wichtigkeit, die Abhängigkeit der Expansivkraft des Maximums für jede Temperatur kennen zu lernen. Die Versuche darüber werden bei den einzelnen Artikeln Wasserdampf, Weingeistdampf etc. erwähnt werden. Ein allgemeines Gesetz der Abhängigkeit ist noch nicht aufgefunden. Die verschiedenen Versuchsreihen werden am Besten an Formeln wie

$$e = a^x$$

angeschlossen, in welche e die Expansivkraft für t° , a die Expansivkraft für 0° und x eine nach Potenzen von t fortgehende Reihe

$$x = a + \beta t + \gamma t^2 + \delta t^3 + \dots$$

bezeichnet. Mit Hülfe der Methode der kleinsten Quadrate entwickelt man dann die Werthe für $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, etc.

Eine andere Form der Funktion ist

$$e = [a (1 + p t)]^{\frac{w (n - t)}{w + t}}$$

In dieser bedeutet e, a, t dasselbe, wie vorhin, dann ist p ein für jede Dampfart besonders zu ermittelnder Coefficient, $-w$ die Temperatur des absoluten Nullpunktes der Wärme nach dem Luftthermometer, d. i. nach Rudberg $-274\frac{1}{2}^\circ \text{C.}$, n die Anzahl der Grade, welche das Thermometer beim Siedepunkt der verdampfenden Flüssigkeit zeigt.

sigkeit zeigt, wenn diese bei dem mittleren Atmosphärendruck (0,076 Metre) bestimmt ist, und dieser Atmosphärendruck zugleich als Einheit in der Bestimmung von a und e gilt.

Dieser Ausdruck entspricht einigen Fundamentalpunkten jeder Beobachtungsreihe. Ist nämlich $t = 0$; so wird $e = a$. Ist $t = -w$ so wird $e = 0$. Ist $t = n$, so wird $e = t$, d. h. es ist in diesem Falle die Expansivkraft im Maximum dem Atmosphärendruck gleich. Wie sehr diese Formel bei dem Wasserdampfe durch alle Temperaturgrade den Versuchen entspricht, wird später gezeigt werden. (s. Wasserdampf.) Vergl. Fischers mech. Naturl. I. S. 597.)

Die Versuche über die Spannkraft der Dämpfe im Maximum, wenn diese den Barometerdruck nicht übersteigt, werden am besten mit einer barometrischen Gerätschaft angestellt. Man lässt in dem torricellischen Vacuum des Barometers über der Quecksilber-Säule einige Tropfen der verdampfenden Flüssigkeit und beobachtet genau den Stand eines solchen Barometers. Es wird niedriger stehen als ein anderes und zwar um so viel als der Druck den entstandenen Dampfes und der kleinen Flüssigkeitssäule beträgt. Dies giebt ein Mittel, jenen Druck kennen zu lernen. Zugleich muss man im Stande sein, die Temperatur des im torricellischen Raum enthaltenen Dampfes zu beobachten. Für Spannkraft, die über den Barometerdruck hinausgehen, muss ein Compressionsbarometer (s. Sympiezometer) angewendet werden; indem man durch den Gegendruck eingeschlossener und durch eine Quecksilbersäule von dem Dampfe getrennter Luft den Druck bestimmt, den dieser ausübt. Bei sehr bedeutenden Druckgrößen kann auch die Anwendung eines belasteten Ventils, an dem man unmittelbar den Druck auf eine gegebene Fläche bestimmen kann, von Nutzen sein. (s. Wasserdunst. Versuche von Arzberger.)

Mit der Expansivkraft des Dampfes steht das Gewicht desselben in enger Beziehung. Wenn bei irgend einer Temperatur t das Gewicht eines Cubikmaasses Dampf im Maximo p und die Expansivkraft e ist; so wird bei einer anderen Temperatur t' zu welcher die Expansivkraft e' gehört, das Gewicht $\frac{1 + mt}{1 + mt'} \frac{e'}{e} p$ sein, wenn m den Wärme-Ausdehnungscoefficienten für einen Grad C. Temperaturänderung bei Gasarten ($m = 0,00365$ nach Rudberg) bedeutet. Denn die Dichtigkeit steht offenbar bei gleichen Temperaturen im Verhältniss der Expansivkraft $e : e'$ und im umgekehrten der Grade des Luftthermometers $1 + mt : 1 + mt'$. Es reicht daher eine genaue Abwägung aus, um die Dampfdichtigkeit für alle Temperaturen zu bestimmen; sobald nur die Spannkraft im Maximum bekannt sind.

Wenn aber der Dampf bei t' Grad auch nicht im Maximo der Dichtigkeit wäre; so würde dennoch, so bald man seine Spannkraft e'' ermittelt hätte, das Gewicht der Cubikeinheit durch $\frac{1 + mt}{1 + mt'} \frac{e''}{e} p$ ausgedrückt sein.

Wir werden bei jeder besonderen Dampfart diese Grösse genauer angeben.

Als ein höchst wichtiges und beim ersten Anschein überraschendes Gesetz, das sich aus Dalton's barometrischen Messungen ergeben und bis jetzt noch überall Bestätigung gefunden hat, ist es zu

betrachten, dass jeder schon mit irgend einer Gasart gefüllte Raum für eine andere sich wie leerer Raum verhält. Diesem Gesetze gemäss, dass auch in der Theorie der Absorption eine so wichtige Rolle spielt, (s. Absorption der Gase) wird bei einer bestimmten Temperatur t in den Raum eines Kubikfusses, der ganz mit atmosphärischer Luft vom Drucke b erfüllt ist, genau eben so viel Wasserdampf im Maximum vom Drucke e übergehn, als in einen leeren Raum gleicher Grösse eindringen würde. Jenes Gemisch aus Luft und Wasserdampf würde dann den Druck $b + e$, dieser reine Dampf allein den Druck e ausüben. Dieses Gesetz lässt sich überall durchführen für jede zwei Gasarten oder Dampfarten, sobald keine chemische Veränderung bei ihrer Vereinigung eintritt.

Die theoretischen Betrachtungen über die innere Structur der Dämpfe werden in dem Artikel Gas abgehandelt, weil die Dämpfe condensirbare Gasarten sind. Die ermittelten Werthe der Spannkraft und Dichtigkeiten kommen in den Artikeln vor, welche die besondern Dampfarten behandeln.

Die Anwendungen der Dämpfe zur Auflösung Erhitzung und Bewegung kommen vorzugsweise in dem Artikel Wasserdampf vor. Einiges siehe in den Artikeln: Aeolipile, Dampfmaschine. A.

Dampfbläschen s. Nebel.

Dampfboot, **Dampfschiff**, heisst jedes Schiff, welches vermittelt einer auf derselben befindlichen Dampfmaschine fortbewegt wird, indem die Maschine irgend einen Ruderapparat in Bewegung setzt. Das Schiff, ungeachtet es im Wesentlichen von dem Baue anderer Schiffe nicht abweicht, muss doch für diesen Zweck besonders gebaut und eingerichtet werden. Der Boden darf sich nur wenig krümmen, um Festigkeit zu gewähren, auch muss es nicht tief in das Wasser tauchen, besonders aber, wenn es zur Flussschiffahrt bestimmt ist, sehr flach gehen. In der Regel ist die Dampfmaschine mit ihrem Kessel ungefähr in der Mitte des Schiffes angebracht, vor und hinter derselben liegen die Passagierzimmer, welche wie der Maschinenraum verdeckt sind, hinter dem letzteren nach dem Steueruder zu, liegen die Kajüten, etwas höher als jene Zimmer, und über denselben aber noch etwas weiter nach hinten der Raum zur Steuerung des Schiffes. Das Verdeck ist mit einer Gallerie umgeben. Gewöhnlich setzt die Maschine ein Paar Ruderräder, an jeder Seite des Schiffes eins, in Bewegung. Ein von den Schiffsseiten ausgehender, die Räder umgebender Tragebaum trägt das vordere Ende der Radachsen. Die Räder werden von einem halbkreisförmigen Schirm-dache von oben gedeckt, damit das umherspritzende Wasser nicht auf das Verdeck gelange. Das Schiff findet, bei seiner Fortbewegung im Wasser einen Widerstand, und nur, wenn die Räder bei ihrer Drehung im Wasser einen Widerstand in entgegengesetzter Richtung finden, der im Stande ist, jenen aufzuheben, vermag es sich vorwärts zu bewegen. Hiernach bestimmt sich die Stärke der anzuwendenden Dampfmaschine.

Der absolute (senkrechte) Widerstand gegen eine im Wasser bewegte Fläche lässt sich auf drei Ursachen zurückführen. Er rührt her: 1) von dem Widerstande des vorderen Wassers gegen die das-

selbe vorwärts drückende Fläche. Er ist gleich dem Gewichte eines Wasserprismas von der Grundfläche der widerstehenden Fläche, und von der Höhe, welche gefunden wird, wenn man die zur Geschwindigkeit gehörige Fallhöhe sucht. Ist diese Höhe h , die Geschwindigkeit c , die Fläche f , so ist $h = \frac{c^2}{4g}$, und man erhält den Druck durch $1,0924 fc^2$ in Preuss. Pfunden. Es ergibt sich daraus, dass der Widerstand wächst, wie die Fläche, multiplicirt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit. 2) Hinter der drückenden Fläche steht das Wasser niedriger, als vor derselben; es entsteht demnach ein rückwärts gerichteter hydrostatischer Druck, wodurch der Widerstand vermehrt wird. 3) Adhäsion und Reibung des Wassers an den mit der Bewegung parallelen Flächen vermehren ihn ebenfalls. Die Werthe von 2) und 3) können nur aus Versuchen bestimmt werden. Von der Gestalt des Hinter- und Vordertheils, so wie von dem Verhältnisse der Dimensionen ist dabei viel abhängig, und der Schiffbau giebt die Regeln an, nach welchen diejenigen Verhältnisse gefunden werden können, bei welchen der Widerstand der geringste wird. Man hat Tafeln, aus welchen dieser Widerstand bei gegebenen Dimensionen sofort entnommen werden kann.

Die Ruderräder sind an ihrem Umkreise mit radial angebrachten Schaufeln besetzt, deren Zahl meistens zwischen 8 und 15 schwankt, je nach der Grösse der Räder, und so, dass 2–4 Schaufeln in das Wasser tauchen. Am vortheilhaftesten sind die Schaufeln länglich viereckig, ihre Tiefe ist gewöhnlich $\frac{1}{4}$ des Rades. Auf Flüssen sieht man sich wegen der geringen Breite des Fahrwassers oft genöthigt, die Länge der Schaufeln zu vermindern, sonst haben sie beinahe die halbe Breite des Schiffes zur Länge.

Wenn der Gesamtwiderstand des Wassers auf das Schiff $= P$ gesetzt wird, der senkrechte Widerstand des Wassers gegen eine Fläche von 1 Quadratfuss $= p$, beides in Pfunden bei der Geschwindigkeit des Schiffes $= v$, wenn die Fläche einer Schaufel $= f$ und ihre Geschwindigkeit (in der Mitte) $= c$ ist, so erhält man das zur Fortbewegung des Schiffes nothwendige Moment der Kraft der Schaufelruder, und damit die Kraft K der zu ihrer Bewegung erforderlichen Dampfmaschine durch die Formel $K = \frac{Pv^3}{c^2} \sqrt{1 + \frac{P}{2pf}}$, unter der Voraussetzung, dass das Schiff zwei Schaufelräder hat.

Ueber die Anzahl der Schaufeln steht nichts fest; es müssen ihrer so viele sein, dass alles zwischen den Schaufeln befindliche und eintretende Wasser ihre Geschwindigkeit annimmt. Die Praktiker halten dafür, dass die rechte Zahl vorhanden sey, sobald eine Schaufel senkrecht in das Wasser reicht, wenn dann die beiden benachbarten das Wasser berühren, während Andere zwischen den beiden berührenden Schaufeln zwei in das Wasser reichen lassen. Hiernach wird die Zahl der Schaufeln abhängig von der Tiefe, bis zu welcher die Räder in das Wasser tauchen. Es halte der im Wasser liegende Bogen b Grade, so wird die Zahl der Schaufeln nach der ersten Einrichtung $= \frac{720}{b}$, nach der zweiten $= \frac{1080}{b}$.

Nennen wir den Halbmesser des Rades vom Centrum bis zur Mitte einer Schaufel = r , und behalten wir die obigen Bezeichnungen

bei, so ist $r = v \sqrt{1 + \frac{p}{2pf}}$, worin m die Zahl der Umdrehungen des

$0,1047m$

Rades in der Minute, oder was dasselbe ist, die Anzahl der Kolbenspiele der Dampfmaschine (Auf- und Niedergang = 1) bezeichnet. Meistens sind grosse Räder vortheilhafter als kleine, doch geht man auch bei den grösseren Schiffen nicht leicht über 20 Fuss engl. im Durchmesser hinaus. Am besten ist der Durchmesser dem dritten Theil der Breite des Schiffes gleich.

Die Dampfmaschinen sind auf den europäischen Schiffen in der Regel doppelt wirkende Wattsche Maschinen mit Condensation, auf den amerikanischen gewöhnlich Hochdruckmaschinen. Noch ist es zweifelhaft, welche den Vorzug verdienen. Bei den ersteren ist die Höhe eines Kolbenhubes gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ mal der Durchmesser für die Maschinen der Dampfschiffe, und man kann auf jeden Kreis Zoll 6 Engl. Pfunde wirklichen Dampfdruck rechnen. Da die Maschine den oben mit K bezeichneten Widerstand aufheben muss, so wird man, dafern derselbe in Engl. Pfunden gefunden ist, durch

$\frac{K}{550}$ die Anzahl von Pferdekraften erhalten, in welcher die Maschine

wirken muss, um ihn zu besiegen. Ist nun die Höhe des Kolbenhubes = h , die Zahl der Kolbenspiele in einer Minute = $2n$, der Durchmesser des Kolbens = d , der Druck des Dampfes auf den Kreis Zoll = m , so muss ferner sein $K = 2hnd^2m$ (s. den Artikel Dampfmaschine), oder mit Substituierung der angegebenen Werthe $K = 2 \cdot \frac{1}{4} d^3 n \cdot 6 = 16d^3 n$, und somit erhält man, wenn die Zahl der Kolbenspiele bekannt ist, den Durchmesser des Kolbens durch die

Formel: $d = \sqrt[3]{\frac{K}{2n}}$. Es ist hierbei angenommen worden, dass die

Bewegung von der Kolbenstange unmittelbar auf die Kurbel der Radachse, ohne Anwendung eines Zwischengeschirres, übertragen werde. Noch ist zu bemerken, dass die englischen Dampfboote gewöhnlich durch zwei neben einander befindliche, mit einander verbundene und aus einem Kessel gespeisete Maschinen, die amerikanischen dagegen meistens nur von einer Dampfmaschine bewegt werden. Ist zur Fortbewegung eines Dampfbootes keine grössere Kraft, als die von 80 Pferdekraften nöthig, so scheint eine Maschine vortheilhafter, als zwei, selbst wenn man genöthigt sein sollte, mit Dampf von etwas höherer Spannung (von etwa 2 Atmosphären) zu arbeiten. Muss eine grössere Kraft aufgewendet werden, so ist es besser, zwei gleiche Maschinen, jede von der halben Kraft anzuwenden. Eine Kaltwasserpumpe fällt natürlich hier fort. Gewöhnlich wird die Schiebersteuerung angebracht, welche durch eine excentrische Scheibe auf der Räderwelle bewegt wird. Die Räder vertreten die Stelle der Schwungräder. An jener Welle befinden sich zwei starke Krummzapfen, von denen der eine horizontal liegt, wenn der andere senkrecht steht, und auf jeden wird mittelst der, meist nach unten liegenden Balanciers, die Kolbenbewegung übertragen. Gewöhnlich wendet man die

Expansion hier nicht an, weil die Bewegung ungleich werden würde. Bei Hochdruckmaschinen sind Röhrenkessel allen anderen vorzuziehen.

Die Welle der Ruderräder besteht aus Eisen, der Kranz und die Speichen können auch aus Holz bestehen, müssen aber stark gearbeitet sein, ihre Achse muss genau senkrecht auf dem Schiffkiele stehen, und die Ruderschaufeln müssen, verlängert, durch den Mittelpunkt des Rades laufen. Gewöhnlich bringt man die Welle in der Mitte des Schiffs, oder auch mehr nach vorn an, wobei man auf den gemeinschaftlichen Schwerpunkt Rücksicht zu nehmen hat. Die vortheilhafteste Stelle ist noch zweifelhaft. Da ein Schiff in seinem Umriss viele Aehnlichkeit mit dem unteren Theile eines schwimmenden, horizontal durchschnittenen Fisches hat, so dürfte man wohl aus der Lage der Flossen noch Einiges lernen können, besonders auch in Bezug auf die Frage: wann vier Räder vortheilhafter wirken, als zwei. In schmalen Kanälen ist man genöthigt, die Räder weiter nach hinten am schmälern Theile anzubringen. Bloss ein Rad am Hintertheile oder in der Mitte anzubringen, hat sich als unvortheilhaft ergeben. Auch an der Construction der Ruderräder hat man viel gekünstelt, namentlich die Schaufeln in der Art mit einem Mechanismus versehen, dass sie während ihrer Bewegung im Wasser sich stets senkrecht gegen dasselbe bewegen, doch wird der Nutzen durch andere Nachtheile aufgewogen. Am zweckmässigsten dürfte es sein, die beiden Seitenwände des gemeinen Ruderrades zu bedecken, um die Seitenbewegung des Wassers zu verhindern, und damit die Räder sich wie unterschlächtige Wasserräder im Schlussgerinne bewegen.

Statt des Ruderrades hat man auch die Spirale zur Bewegung der Dampfboote benutzt. Sie ist wie eine Schraube zu betrachten, deren Mutter das Wasser bildet. Da sie ganz im Wasser liegt, ohne Erschütterung arbeitet, und der Wind nicht auf sie wirken kann, so sind diess allerdings Vorzüge, welche die Ruderräder mit ihr nicht theilen. Der Winkel der Spirale beträgt am vortheilhaftesten $59^{\circ}17'$. Obgleich nur ein Gang nöthig ist, so erhält sie dabei doch eine bedeutende Länge, so wie auch der Durchmesser bedeutend wird.

Man kann indessen statt einer grossen Spirale mehrere kleinere neben einander, oder auch vorn und hinten anbringen, und dann die gleiche Wirkung erreichen. In der That hat man auch durch sie die Ruderräder ersetzt, für Flusschiffe scheinen sie sich jedoch weniger zu eignen.

Den grössten Vortheil gewähren die Dampfboote zur See, weil sie unabhängig vom Winde gehen, und wenn dieser günstig ist, ihn durch zu Hülfenahme der Segel benutzen können. Auch auf Seen und Flüssen von geringer Strömung sind sie sehr nützlich. Für Ströme, welche mehr als 5 Geschwindigkeit in der Secunde haben, gewähren sie nur unter günstigen Umständen Vortheil.

Für weite Reisen mit Dampfschiffen war die ungeheure Quantität von Brennmaterial, welche mitgeführt werden musste, ein grosses Hinderniss. Indessen hat man es nach und nach besiegen gelernt, indem man die Schiffe immer grösser und bis zu wirklich erstaun-

lichen Grössen mit möglichst geringem Wasserwiderstande baute. Es scheint indessen, als ob es auch hier eine Grösse gäbe, welche man nicht überschreiten darf, ohne den gehofften Vortheil wieder zu verlieren. Die grössten sind in Nordamerika und in England gebaut, in welchen Ländern überhaupt die Dampfschiffahrt am meisten ausgebildet ist, und wo die grosse Zahl der Dampfschiffe sich täglich vermehrt. Obgleich ein grosser Theil der europäischen Flüsse und Seen bereits mit Dampfbooten befahren wird, so steht ihre Menge mit der, welche die amerikanischen Flüsse beleben, in keinem Verhältnisse. Die nicht ganz seltenen Explosionen der Kessel im letzteren Lande dürften nicht sowohl Fehlern der Maschine zuzuschreiben sein, als vielmehr der Nachlässigkeit oder auch der Unbesonnenheit, durch grössere Schnelligkeit mittelst übermässiger Heizung und Belastung des Sicherheitsventiles Anderen den Vorrang abzulaufen.

K. F. Kl.

Dampfgeschütz, Dampfkanone. Nachdem man die grosse expandirende Kraft der Wasserdämpfe kennen gelernt hatte, lag der Gedanke nahe, statt der comprimirten Luft in der Windbüchse Wasserdampf anzuwenden. Es ergab sich dabei sogar noch ein Vortheil; denn während in der Windbüchse die Luft sich bei vorrückender Kugel expandirt, einen grösseren Raum einnimmt, und nach und nach auf die Kugel mit geringerer Kraft oder Beschleunigung wirkt, konnte im Dampfrohre der Dampf auf die Kugel, wie auf einen Kolben mit immer gleichbleibender Beschleunigung wirken, und ihr demnach eine grössere Geschwindigkeit verleihen, als in der Windbüchse, alle übrigen Umstände gleich gesetzt, oder um eben so viel zu bewirken, brauchte der Dampf keine so grosse Expansivkraft zu haben, als die Luft. Es ergiebt sich aber schon hieraus, dass die Geschwindigkeit der Kugel abhängig sein wird von der Länge des Laufs, denn so lange die Kugel im Laufe ist, kann die Beschleunigung darauf wirken, und die Geschwindigkeit vermehren, unter der Voraussetzung, dass, so lange ununterbrochen Dampf aus dem Dampfapparate nachströmt.

Sey nun die Geschwindigkeit der Kugel beim Austritte aus dem Rohre = c , so kann diese als aus dem freien Falle der Kugel durch die Höhe h hervorgegangen betrachtet werden, und es ist dann $h = \frac{c^2}{4g}$. Nennen wir das Gewicht der Kugel = p , so ist ihr

mechanisches Moment = $ph = p \frac{c^2}{4g}$. Sey die Elasticität des auf die Kugel wirkenden Wasserdampfs gleich der von n Atmosphären, der mittlere Druck der Atmosphäre auf 1 Engl. Quadratfuss = 2100 Engl. Pfunde, und der Durchmesser der Kugel oder des Laufs = d Fuss, so erhalten wir den Druck des Dampfes von n Atmosphären Elasticität = $n \cdot 2100 \cdot 0,785d^2$ auf die Kugel, welcher auf sie wirkt, so lange sie sich durch die Länge des Laufs fortbewegt, und es ist daher der gesammte Druck oder das mechanische Moment der Kraft = $l \cdot n \cdot 2100 \cdot 0,785d^2$. Ist nun die dadurch erlangte Geschwindigkeit = c , so sind beide Momente einander gleich, also $p \frac{c^2}{4g} = l \cdot n \cdot 2100 \cdot 0,785d^2$.

Setzen wir $4g = 64$ Fuss englisch, so erhalten wir $c = \frac{105500nd^3}{p}$
 und $n = \frac{pe^2}{105500/d^2}$.

Die Geschwindigkeit einer Büchsenkugel ist in der Secunde etwa 1200 Fuss. Setzen wir, dass die durch Dampf getriebene Kugel dieselbe Geschwindigkeit erhalten soll, dass sie 2 Loth wiege, $d = 0,06$ Fuss, und $l = 4$ Fuss sey, so ergibt sich $n = 59,2$. Hätte der Dampf daher eine Spannkraft von 59,2 oder in runder Zahl von 60 Atmosphären, so würde eine solche Kugel die geforderte Geschwindigkeit erhalten, und wenn wir l grösser annehmen, so würde sogar eine geringere Spannkraft ausreichen. Ist $l = 6$ Fuss, so wird $n = 40$.

In eine solche Dampfllinte können die Kugeln von hinten eingeladen werden, und es lassen sich in einer Minute 120 Schüsse thun. Jeder Schuss fordert das volle Rohr mit Dampf von 60 Atmosphären Spannung gefüllt. Bei den angegebenen Dimensionen (l zu 4 Fuss), enthält das Rohr 0,0112 Kubikfuss, eine Minute fordert daher 1,344 Kubikfuss Dampf oder nahe $2\frac{1}{2}$ Pfund; weil indessen durch Condensirung im Rohre und durch andere Ursachen Dampf verloren geht, muss man 3 Pfund rechnen, zu deren ununterbrochener Erzeugung eine Dampflläche von 30 Quadratfussen erforderlich ist. Sollen weniger Schüsse in der Minute erfolgen, so vermindert sich im gleichen Verhältniss die Dampflläche. — Die Darstellung einer Dampfllinte ist daher möglich, und bei hinreichender Dampfmenge kann eine ganze Reihe neben einander gelegt und bedient werden.

Weit schwieriger aber wird die Sache, wenn sich das Kaliber vergrössert, wobei denn auch eine grössere Geschwindigkeit gefordert wird. Bezeichnen wir für ein solches Geschütz die vohin angegebenen Werthe mit grossen Buchstaben, so verhält sich $n : N = \frac{pe^2}{ld^2} : \frac{PC^2}{LD^2}$, oder wenn das specifische Gewicht beider Kugeln gleich ist $n : N = \frac{de^2}{l} : \frac{DC^2}{L}$. Für eine einpfündige Dampfkanone wird $P = 1$ Pfund, $C = 1600'$, $L = 6'$, $D = 0,171$ Fuss, und daraus $N = 139\frac{1}{2}$ Atmosphäre, oder wenn wir $n = 60$ rechnen, $N = 139,8$ Atmosphären. Für eine solche Spannung ist kein Dampfkessel herzustellen; man könnte sich dadurch helfen, dass man L verdoppelte, wodurch N nur den halben Werth erhält, und für eine solche Spannung liesse sich ein Dampfkessel noch ausführen. Nun aber wird der Verbrauch des Dampfes der doppelte, und jeder Schuss würde nahe $\frac{1}{2}$ Pfund erfordern. Soll ein solches Geschütz 9 Schüsse in der Minute machen, so sind dazu 6 Pfund Dampf nöthig, und wegen der Condensation im Rohre, und des Verlustes durch das Ventil kann man recht gut das Doppelte rechnen. Um so viel Dampf zu erzeugen, muss der Kessel eine solche Grösse erhalten, dass er nicht mehr transportabel ist. Bewegliche Dampfkanonen von grösserem Kaliber werden sich daher nicht darstellen lassen.

Dagegen kann ein solcher Apparat feststehend in Festungen Dienste leisten, und sollte jene Kanone in der Minute 64 Schüsse machen, so würde bei einer Spannung von 70 Atmosphären und 12

Fuss Rohrlänge ein Dampfkessel erforderlich, wie zu einer Maschine von 72 Pferdekräften. Macht man die Kugeln 6pfündig, so braucht das Rohr nur 13,68 Fuss lang zu sein, für 12pfündige misst es 27,3 Fuss, was wohl nicht auszuführen ist. Je weniger Schüsse auf die Minute kommen, um so mehr ermässigt sich die Spannung der Dämpfe, wenn auch nicht in demselben Verhältnisse.

Es ergibt sich aus allem Gesagten, dass Dampfkanonen schwerlich jemals eine ausgedehnte praktische Anwendung finden werden. Weit mehr dürfte das mit Maschinen der Fall sein, welche eine Reihe von Dampfflinten darstellen. Jene Schwierigkeiten haben Prechtl in Wien veranlasst, den Vorschlag zu machen, die Kugel nicht unmittelbar durch den Dampf aus der Kanone zu treiben, sondern vielmehr, wie in der Windbüchse, durch comprimirt Luft, letztere aber durch Hilfe einer Dampfmaschine fortwährend zu comprimiren. Diess könnte jedoch ebenfalls nur bei feststehenden Geschützen geschehen, und das Kaliber der Kugeln dürfte nicht viel über das der Flintenkugeln hinausgehen. Es ist daher nicht wahrscheinlich, dass das Schiesspulver durch den Dampf bei Geschützen jemals verdrängt werden wird.

K. F. Kl.

Dampfkugel s. Aeolipile.

Dampfmaschine, ist eine Maschine, in welcher der Dampf als bewegende Kraft wirkt, und von welcher die Bewegung auf andere mechanische Vorrichtungen übertragen wird. Fast ganz allgemein wird dazu der Wasserdampf benutzt, weil die Dämpfe anderer Flüssigkeiten keinen Vortheil gewähren. Um zunächst die Art und Weise einzusehen, wie der Dampf Bewegung hervorbringen könne, denke man sich einen unten geschlossenen gläsernen Cylinder von etwa 12 Zoll Länge und 1 Zoll Durchmesser, mit etwa 2 Zoll hoch Wasser gefüllt. Man stöpsle ihn mit einem recht genau an die Wände anschliessenden Korkstöpsel zu, dessen Achse ein etwa 9 Zoll langer, aus dem Cylinder herausragender Metalldraht bildet. Unter und über dem Korne muss das herausstehende Ende mit einer Metallplatte verschraubt werden, damit man den Kork mittelst des Drahtes tiefer oder höher in den Cylinder stellen kann. Man treibe ihn so weit hinunter, dass seine untere Fläche um einige Zolle von dem Wasser entfernt bleibt, dann erhitze man das Wasser langsam, bis es kocht. Der sich dabei entwickelnde Dampf hat nun nicht Raum genug, und treibt den Kork mit dem Drahte in die Höhe. Entfernt man jetzt den ganzen Apparat von der Flamme, so kühlt sich der Dampf ab, ein Theil verwandelt sich in tropfbares Wasser, die ausdehnende Kraft des zurückbleibenden vermindert sich, und während vorher die ausdehnende Kraft des Dampfes grösser war, als der Druck der atmosphärischen Luft, ist sie jetzt geringer, so dass die Luft den Kork wieder hinunterdrückt, so lange, bis beide Kräfte einander gleich werden, indem durch die Zusammendrückung die ausdehnende Kraft des nicht niedergeschlagenen Dampfes wieder wächst. Erhitzt man nun das Wasser von neuem, und kühlt dann ab, so wiederholt sich der ganze Vorgang. Man hat also dadurch eine, freilich nur langsame hin und her gehende Bewegung des Korks und des damit

verbundenen Drathes erhalten, welche nun auf andere Maschinentheile übertragen werden kann, die mit dem Drathe auf eine angemessene Weise in Verbindung gesetzt wurden.

Es ergibt sich leicht, dass weder das Material noch die Dimensionen unseres Apparates etwas Wesentliches sind. In unseren Dampfmaschinen besteht der Cylinder aus Gusseisen, von mehr oder weniger grossem Durchmesser bis zu mehreren Fussen, der aber sehr genau gebohrt und ausgeschliffen ist. In ihm bewegt sich statt des Pfropfens eine starke, dicke, mit Hanf geliederte Metallplatte, der Kolben, in deren Mitte statt des Drathes eine dicke Eisenstange, die Kolbenstange, befestigt ist. Sie wird gewöhnlich mit ihrem freien Ende an den Arm eines sehr starken zweiarmigen Hebels befestigt, den Balancier, der sich um seine Mitte, wie ein Waagebalken bewegt, und von dessen anderem Ende die Bewegung mittelst einer Leitstange weiter fortgepflanzt wird. Der Balancier fehlt jedoch in vielen Fällen, und die Bewegung der Kolbenstange wird dann durch andere Mittel übertragen.

In unserem Versuche wurde der Dampf im Cylinder selber erzeugt, und nachdem der Kolben in die Höhe gegangen war, in ihm niedergeschlagen, worauf der Kolben sank. Jetzt musste der Cylinder abermals erhitzt werden, bis das Wasser kochte, und der Kolben sich wieder bewegte u. s. f. Dieses abwechselnde Erhitzen und Abkühlen des Cylinders forderte viel Zeit, und gewährte darum eine Bewegung, die durch lange Pausen unterbrochen wurde, und man gewahrt leicht, dass diese Pausen um so grösser werden müssen, je grösser die Massen sind, mit denen man zu thun hat. Dieser Uebelstand würde den Nutzen der Dampfmaschinen völlig beeinträchtigt haben, wenn man ihn nicht beseitigt hätte.

Der Gedanke lag nahe, den Dampf nicht im Cylinder, sondern in einem abgesonderten Behälter, dem Dampfkessel, zu erzeugen, und ihn mittelst eines verschliessbaren Rohres nach dem Cylinder unter den Kolben zu leiten. Oeffnete man die Klappe des Rohrs, so strömte der stark gespannte Dampf ein, hob den Kolben bis zu einer gewissen Höhe, und nun wurde die Klappe wieder geschlossen. Niedergeschlagen wurde der Dampf nun dadurch, dass man kaltes Wasser in den Dampfraum des Cylinders einspritzte, worauf der Kolben durch den Druck der Luft herabging. Das Oeffnen der beiden Ventile wurde durch die Maschine selber bewirkt. Bei diesen Maschinen wurde nur die Hälfte der Bewegung durch den Dampf hervor gebracht, die zweite Hälfte durch den Druck der Atmosphäre. Man nannte sie atmosphärische Dampfmaschinen.

Durch Absonderung des Dampferzeugers von dem Cylinder hatte man einen wesentlichen Vortheil erreicht. Der zu benutzende Dampf war immer vorräthig, und brauchte nicht nach jeder Kolbensenkung erst erzeugt zu werden; er strömte sehr rasch ein, und ersetzte den verbrauchten sogleich, auch konnte man durch das mehr oder weniger Oeffnen der Klappe eine grössere oder geringere Menge Dampf einströmen lassen, und bekam dadurch den Gang der Maschine in seine Gewalt. Nicht so günstig stellte sich die entgegengesetzte Operation. Spritzte man kaltes Wasser ein, so schlug sich zwar unter dem Kolben der Dampf nieder, und man erhielt einen beinahe luftleeren

Raum, in welchem der Kolben sich leicht durch den auf ihn wirkenden Druck der Luft herab bewegte; der Cylinder aber wurde dadurch so sehr abgekühlt, dass von dem nun einströmenden Dampf ein grosser Theil zu Wasser niedergeschlagen wurde, also unnütz Brennmaterial gekostet hatte, und weit mehr Dampf erzeugt als benutzt wurde. Diess verlangsamte zugleich die Bewegung.

Auf den ersten Blick scheint es, als ob sich das leichte Auskunftsmittel dargeboten hätte, den Dampf, nach dem Kolbenhube, durch ein geöffnetes Ventil in die freie Luft zu entlassen. Dies Mittel war jedoch nicht anwendbar, denn es würde nur so viel Dampf in die Luft entwichen sein, bis der zurückgebliebene Dampf die Spannung der äusseren Luft gehabt hätte, oder es wäre an seine Stelle Luft von der Dichtigkeit der äusseren getreten. Dann fand unter dem Kolben derselbe Druck aufwärts statt, wie über dem Kolben abwärts, der Kolben wäre stehen geblieben, und mit ihm die Maschine, und darum konnte dies Mittel nicht angewendet werden.

Lange Zeit litten die Dampfmaschinen an dieser Unvollkommenheit, bis Watt auf den Gedanken kam, den Niederschlag oder die Condensation des Dampfes nicht mehr im Cylinder, sondern in einem abgesonderten Behälter, dem Condensator, vorzunehmen. Eine Röhre welche durch ein Ventil geschlossen werden konnte, leitete den Dampf aus dem Cylinder nach dem Condensator. Hatte der Kolben die rechte Höhe erreicht, so öffnete sich dieses Ventil, der Dampf breitete sich bis in den Condensator aus, und wurde in diesem durch eingespritztes Wasser niedergeschlagen. War nun vorher aus dem Condensator möglichst alle atmosphärische Luft entfernt worden, so entstand durch die Condensation des Dampfes ein luftleerer Raum, der sofort durch den noch vorhandenen Dampf aus dem Cylinder erfüllt wurde, welcher letztere sich aber ebenfalls so weit niederschlug, als die in dem Condensator herrschende Temperatur es gestattete. Um diese möglichst niedrig zu halten, wurde der Condensator ringsum mit kaltem Wasser umgeben. Weil aber der sich niederschlagende Wasserdampf sowohl die ihm eigene freie Wärme, als auch die frei gewordene Wärme dem entstandenen Wasser und dem Condensator mittheilte, so musste dieser um so wärmer werden, je mehr Dampf condensirt wurde. Mit der steigenden Temperatur dieses Raumes musste sich aber immer weniger Dampf niederschlagen, und der zurückgebliebene würde dem Niedergange des Kolben einen immer grösseren Widerstand entgegengesetzt haben. Es ergab sich daraus die Nothwendigkeit, das entstandene heisse Wasser sofort und unausgesetzt aus dem Condensator zu entfernen. Diess geschah mittelst einer Pumpe, deren Kolbenstange an dem Balancier befestigt wurde, welche das heisse Wasser in die Höhe hob, und aus dem Condensator fortschaffte. Man lässt es gern nach dem Dampfkessel zurücklaufen. Indessen stellt sich ein anderes Hinderniss der völligen Luftleere des Condensators entgegen. Sowohl im Dampfkessel, als bei der Einspritzung in den Condensator wird gewöhnliches Wasser angewendet, welches immer eine gewisse Menge atmosphärischer Luft enthält, die sich bei der Erhitzung davon trennt und mit dem Wasserdampfe nach dem Cylinder und in den Condensator gelangt. Hier würde sich diese Luft in kurzer Zeit so anhäu-

fen, dass sie der Abwärtsbewegung des Kolbens einen sehr schädlichen Gegendruck entgegen setzen würde, wenn man sie nicht aus dem Condensator entfernte. Auch diess wird mittelst einer Pumpe bewirkt, deren Kolbenstange am Balancier befestigt ist. Sie heisst die Luftpumpe, jene vorerwähnte die Warmwasserpumpe. Beide sind häufig mit einander verbunden, müssen aber jedenfalls eine solche Grösse haben, dass sie alle vorhandene Luft und alles entstandene Wasser wegzuschaffen vermögen, doch dürfen sie auch nicht grösser sein, als erforderlich ist. Das in den Condensator einzuspritzende kalte Wasser — das Injectionswasser — wird von demjenigen kalten Wasser genommen, welches den Condensator, gewöhnlich in einem grossen viereckigen Kasten, umgiebt. Der Condensator bildet in ihm einen kleineren viereckigen Kasten; durch eine seiner Seitenwände geht eine verschliessbare Röhre, welche sich mit einem durchlöcherten Kopfe endigt, wie eine Giesskanne. Wird der Hahn geöffnet, was durch die Maschine geschieht, so tritt das Wasser in vielen fein zertheilten Strahlen ein, bietet so dem Dampfe eine möglichst grosse Fläche dar, und bewirkt dessen Condensirung. Damit aber das den Condensator umgebende Injectionswasser durch die in ihm entstehende Wärme nicht selber zu sehr erwärmt werde, muss es fortdauernd erneuert werden. Diess bewirkt eine besondere Pumpe, deren Kolbenstange am Balancier hängt, die Kaltwasserpumpe. Mit ihrem unteren Ende steht sie in Fluss- oder Brunnenwasser, pumpt dieses in das Kaltwasser-Reservoir, welches den Condensator umgiebt, diess sinkt wegen seiner grösseren Schwere darin unter, und nöthigt das wärmere Wasser zum Ueberfliessen, das daher stets durch kaltes ersetzt wird.

Obgleich nun der Condensator eine Menge Einrichtungen nothwendig, und die Dampfmaschine viel complicirter macht, so ist er doch eine wesentliche Verbesserung derselben, und wurde nach seiner Erfindung fast an allen Maschinen angebracht. Es waren diess nun atmosphärische Maschinen mit äusserer Condensation. Sie wurden vorzugsweise als Wasserhebungsmaschinen benutzt, indem man das andere Ende des Balanciers durch eine Leitstange verband, welche das Wasser aufwärts führte. Grosse Lasten konnte man aber mit einer solchen Maschine nicht heben. Der Kolben wurde nur durch den Druck der Atmosphäre herab bewegt, daher auch die Last nur mittelst dieses Druckes gehoben, und sobald diese mehr betrug, als der Druck der Luft auf den Kolben, so reichte die Maschine nicht aus. Aber auch jener Druck kam für die Last nicht zu seiner vollen Wirkung, weil ein nicht unbedeutender Theil durch die Hindernisse der Bewegung verloren ging. Nennen wir den Druck der Atmosphäre = 1, so vermindert sich dieser hierdurch in folgender Art:

- 1) Es ist niemals möglich, den Condensator völlig dampf- und luftleer zu erhalten. Die Erfahrung zeigt, dass durch alle angegebenen Mittel die Temperatur in seinem Innern nicht leicht unter 40—41° Reaum. sinkt, und dass es nicht einmal vortheilhaft sein würde, ihn weiter abzukühlen, weil Dampf von geringerer Temperatur sich langsamer condensirt, als der von höherer, auf eine schnelle Niederschlagung

- aber alles ankommt. Bei einer Temperatur von 41° aber hat der Dampf über Wasser noch eine Spannung, welche 0,134 von der der Atmosphäre beträgt, mit welcher er dem Niedergange des Kolbens widersteht; es gehen somit ab . 0,134
- 2) Die Atmosphäre muss ferner die Kolbenreibung überwinden; der Dampf muss sich durch die Klappen beschleunigt bewegen, wozu gleichfalls Kraft nöthig ist, und man wird diesen Verlust auf 0,124 setzen können.
- 3) Die Maschine muss die Klappen und Ventile bewegen, das Injectionswasser heben, und die Reibung der Achsen überwinden, wodurch verloren geht 0,100
- 4) Eben so viel Kraft ist zur Bewegung der Luft- und Wasserpumpe nöthig 0,100

somit Verlust 0,458

und die Maschine wird daher nur eine Last heben, welche $1 - 0,458 = 0,542$ des Drucks der Atmosphäre auf den Kolben beträgt. Bei 28 Zoll Barometerhöhe ist der Druck auf den Quadratzoll = 14,541 Preuss. Pfunde, auf den Kreis Zoll = 11,415 Preuss. Pfunde. Ist daher der Durchmesser des Kolbens = d in Zollen gegeben, so findet man die Last, bis zu welcher die Maschine noch heben kann, durch die Formel $11,415 d^2$ in Preuss. Pfunden. Ein Kolben von 10 Zollen Durchmesser hebt daher jede Last unter 1141,5 Pfunde, bei niedrigerem Barometerstande aber weniger.

Es ergab sich bald, dass die Wirkung der Maschine gesteigert werden musste, wenn ein grösserer, als der atmosphärische Druck auf den Kolben wirkte. Der Dampf selber bot sich dazu dar; es kam nur darauf an, den Cylinder oben zu schliessen und die Kolbenstange mittelst einer luftdichten Stopfbüchse hindurchzuführen. Man liess nun den Dampf von oben in den Cylinder treten; da er nicht entweichen konnte, so drückte er den Kolben abwärts. Jetzt schloss sich die Dampfklappe, dagegen öffnete sich die, welche den oberen Raum mit dem Condensator in Verbindung setzte; der Dampf ergoss sich in diesen, das Injectionswasser spritzte ihm entgegen, und schlug ihn nieder. Er drückte jetzt nicht mehr auf den Kolben, und dieser wurde mittelst eines Gewichtes, das am entgegengesetzten Ende des Balanciers, oder auch an dessen Lenkstange angebracht war, in die Höhe gezogen, worauf abermals Dampf in den Cylinder über den Kolben eintrat u. s. f. Diess waren die einfach wirkenden Watt'schen Maschinen, welche ebenfalls vorzugsweise zum Wasserheben benutzt wurden. Indessen drückt der Dampf auf den Kolben nach Abzug aller Hindernisse, und mit Berücksichtigung der Abkühlung, welche bei seinem Eintritt in den Cylinder stattfindet, nur mit der Hälfte der Kraft, wie im Dampfkessel. Ist seine Spannung in letzterem so gross, dass er auf den Kreis Zoll mit 12 Pfund drückt, so wird auf den Kreis Zoll des Kolbens nur mit 6 Pfund gewirkt.

Bei allen diesen Maschinen verrichtete die Hälfte der Kolbenbewegung keine Arbeit; bei den ersteren war das Herabgehen, bei den anderen das Hinaufgehen für sie verloren und darum leer. Die grösste Ausbildung erhielt die Maschine erst, als Watt auf den Gedanken kam, beide Bewegungen durch den Dampf zu bewirken, indem er

ihn abwechselnd über und unter den Kolben treten liess. Hierbei gab es keinen leeren Hub, ein Cylinder von derselben Grösse, wie bei der einfach wirkenden Maschine leistete in gleicher Zeit das Doppelte. Man konnte die Maschine kleiner bauen, wodurch die abkühlende Fläche vermindert wird, eben so den Dampfkessel, und die Bewegung wurde beinahe gleichförmig. Diess sind so überwiegende Vortheile, dass diese doppelt wirkenden Watt'schen Maschinen in den meisten Fällen sich als die vorzüglichsten ergeben haben, und am häufigsten zu finden sind. Es bedarf zu dem Ende aber einer besonderen Einrichtung, um den Dampf abwechselnd unter und über den Kolben zu bringen, dagegen aber den über und unter dem Kolben befindlichen abwechselnd mit dem Condensator in Verbindung zu setzen. Diese Einrichtung zur Schliessung und Oeffnung des Cylinders und Condensators heisst bei allen Maschinen die Steuerung.

Mancherlei sehr sinnreiche und scharfsinnige Combinationen hat man erfunden, um diese Einrichtungen so einfach, zweckmässig und dauerhaft als möglich zu bewirken. Sie sind aussen an dem Cylinder angebracht, und im Wesentlichen bestehen sie darin, durch nicht mehr als zwei Kanälen den Dampf sowohl in den Cylinder über und unter den Kolben, als auch durch dieselben aus beiden Räumen nach dem Condensator zu schaffen, indem der eine Kanal geschlossen, der andere geöffnet wird. Es geschieht diess entweder durch Klappen (Klappenventile), oder durch conische Platten (Kegelventile), welche man besonders bei Maschinen von grossen Dimensionen anwendet; ferner durch Schieber (Schubventile), die sehr mannigfach eingerichtet werden, und wegen der Genauigkeit ihres Anschliessens an den Cylinder, ihrer Unveränderlichkeit und Dauer, so wie der Leichtigkeit ihrer Bewegung (auf und ab), den Vorzug vor allen anderen verdienen, wesshalb sie sehr allgemein angewendet werden; durch rotirende Ventile, unter denen besonders der Vierwegehahn bemerkenswerth ist. Er schliesst zwei sich rechtwinklig durchkreuzende Kanäle oder Röhren an der Durchkreuzungsstelle, und ist doppelt durchbohrt in der Art, dass beide Löcher in der Mitte durch eine Scheidewand getrennt bleiben; die vier Oeffnungen sind um 90° von einander entfernt, zwei benachbarte auf der einen und auf der anderen Seite gehören zu demselben Loche. Dreht man ihn so, dass eines seiner Löcher mit einem Kanale in der Durchkreuzung zusammenrifft, so ist das auch mit den übrigen Löchern der Fall, und nun communiciren zwei benachbarte Arme des Kreuzes auf der einen Seite mit einander, so wie zwei ihnen gegenüber; wird der Hahn aber um 90° gedreht, so wechselt diess, und die vorher von einander abgesperrten sind nun in Verbindung. Man hat statt dieses Hahns auch rotirende Scheiben angewandt, weil die Hähne sich leicht abschleifen und den Dampf hindurchlassen. Ohne Zeichnungen lassen sich die übrigen Ventile nicht deutlich machen.

Die Bewegung dieser Ventile wird von der Maschine selber bewirkt, und die dazu gehörigen Apparate gehören mit zur Steuerung. Auch sie zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit.

Lässt man den Dampf während der ganzen Bewegung des Kolbens in immer gleicher Stärke in den Cylinder treten, so muss der Kolben sich nothwendig beschleunigt bewegen, und bei der grössten

Höhe und Tiefe die grösste Geschwindigkeit haben, also eben da, wo sich die eine Bewegung in die entgegengesetzte verwandeln soll. Zwar wird sie einestheils durch die Reibung des Kolbens verändert, und beim Hube arbeitet ihr die Schwere entgegen, bei der Senkung verbindet sie sich dagegen mit ihr. Eine solche Bewegung erst aufzuheben, und dann in die entgegengesetzte zu verwandeln, fordert viel mehr Kraft, als wenn der Kolben gegen Ende des Hubes wie der Senkung durch eine nach und nach ermässigte Kraft bewegt würde, so dass der neu eintretende Dampf nur eine unbedeutende Schwierigkeit fände, die Kolbenbewegung umzukehren. Man hat die Mittel einfach darin gefunden, den Dampf nicht während des ganzen Kolbenhubes oder seiner Senkung in den Cylinder treten zu lassen, sondern ihn vor Vollendung desselben abzusperrern. Der eingeschlossene Dampf hat das Bestreben sich auszudehnen, bewegt den Kolben, erhält dadurch einen grösseren Raum, den er ausfüllt, und da mit seiner Ausdehnung seine expandirende Kraft abnimmt, so drückt er um so weniger auf den Kolben, je weiter dieser vorgeschoben ist, d. h. die Beschleunigung nimmt ab, und wird zuletzt sehr klein. Es muss für jeden Cylinder einen Moment der Absperrung geben, wo sie am vortheilhaftesten ist. Bezeichnen wir die ganze Hubhöhe mit h , so ist sie bei der doppelt wirkenden Watt'schen Maschine, von Anfang der Bewegung an gerechnet $= \frac{h}{2,127}$ oder $= 0,4701 \cdot h$. Hat eine Maschine diese Einrichtung, so wirkt sie mit Expansion.

Jede der verschiedenen Arten von Dampfmaschinen kann so eingerichtet werden, dass sie mit Expansion wirkt, und es ist diess sehr vortheilhaft. Man erspart dabei eine Menge Dampf, und der verbrauchte hat mehr geleistet, denn zu seiner ursprünglichen Wirkung kommt noch seine Wirkung der Expansion hinzu. Sey die ursprüngliche Wirkung von einem Pfunde Wasserdampf auf den Kolben $= w$, und finde die Absperrung bei $\frac{1}{n}$ der Hubhöhe statt, so ist mit der Expansion die gesammte Wirkung jenes Pfundes Wasser auf den Kolben $= w + 11w \left[1 - \left(\frac{1}{n} \right)^{11} \right]$, unter der Voraussetzung, dass dem Cylinder inzwischen keine neue Wärme zugeführt worden.

Man kann bei dieser doppelt wirkenden Maschine die Expansion auch in der Art anbringen, dass der Dampf von höherem Drucke zuerst ohne Ausdehnung wirkt, dann aber in einen mit dem vorigen verbundenen grösseren Cylinder tritt, und hier, indem er sich ausdehnt, einen zweiten Kolben nach gleicher Richtung fortreibt, dessen Stange an derselben Seite des Balanciers hängt. Es ist diess das Princip der Maschinen von Hornblower und Woulf. Die Einrichtung hat sich jedoch nicht als vortheilhaft ausgewiesen.

Da indessen auch bei der Expansion die Bewegung des Kolbens leicht eine ungleichförmige werden kann, so bringt man gewöhnlich ein Schwungrad an, welches durch die Lenkstange des Balanciers mittelst einer Kurbel in Umschwung gesetzt wird. Man gewinnt dadurch zugleich den Vortheil, die hin und her gehende Bewegung des

Kolbens und des Balanciers in eine rotirende zu verwandeln. Mit der Achse des Schwungrades ist in der Regel der Steuerungsmechanismus verbunden, gewöhnlich durch eine festsitzende excentrische Scheibe, die sich in einem Ringe bewegt, und so die Schub- oder Steuerungsstange hin und her schiebt.

Die Einrichtung des Condensators mit seinen Pumpen vergrößert den Umfang der Dampfmaschinen bedeutend, und nicht überall, wo sie erforderlich waren, hatte man dazu Raum genug. Man kam daher auf den Gedanken, den Condensator ganz wegzulassen. Erst nach Erfindung der doppelt wirkenden Maschinen war diess möglich, weil in diesen der Kolben sich ohne Hülfe des atmosphärischen Druckes bewegt. Anstatt den Dampf in einem Condensator niederzuschlagen, liess man ihn in die Luft entweichen. Weil aber dabei der zurückbleibende Dampf nothwendig die Spannkraft der Atmosphäre behielt, so konnte der Kolben sich nur bewegen, wenn der Dampf, der gegen ihn drückte, eine Elasticität besass, welche die der Atmosphäre bedeutend überwog. Diess konnte durch eine stärkere Erhitzung des Dampfes bewirkt werden, und dazu bot der verschlossene Dampfkessel — gleichsam ein grosser Papinianischer Topf — die Gelegenheit. Nun drückt der Dampf bei 80° R. bekanntlich eben so stark, als die Atmosphäre, bei $97,12^{\circ}$ R. Temperatur aber schon doppelt so stark, oder mit der Kraft von 2 Atmosphären, bei $108,08^{\circ}$ R. mit 3, und bei $116,32^{\circ}$ R. mit 4 Atmosphären. Lässt man den Dampf demnach mit einer solchen Hitze in den Cylinder treten, so hat er Kraft genug, um den Kolben mit grosser Kraft vorwärts zu schieben, und den auf der anderen Seite befindlichen Dampf trotz seines Widerstandes vor sich her zu schieben, und aus der Oeffnung in die Luft zu treiben. Diese Maschinen heissen Hochdruckmaschinen, und sind unter allen die einfachsten, weil sie im Wesentlichen nur aus dem Dampfkessel, Cylinder und Kolben bestehen, nebst der Steuerungsvorrichtung. Bei den meisten ist jedoch Balancier und Schwungrad vorhanden. Auch bei ihnen wird vortheilhaft die Expansion angewendet. Den meisten Vortheil gewähren sie dann, wenn man den Dampf nicht in die Atmosphäre entweichen lässt, sondern in Röhrenleitungen, um ihn zum Heitzen und Trocknen zu verwenden, und nur in diesem Falle gewähren sie Ersparniss. Ob sie in anderen Fällen den Vorzug vor den Maschinen mit niedrigem Drucke verdienen, ist noch sehr zweifelhaft, sehr oft nöthigt Raumbeschränkung, sie zu wählen, wie z. B. bei Dampfwagen und Dampfschiffen. Eine besondere Sorgfalt verlangt bei ihnen der Dampfkessel, weil dieser wegen der heftigen Spannung des Dampfes sonst zerspringen kann. Wir wollen desshalb die Kessel aller Dampfmaschinen etwas näher betrachten.

Es kommt bei allen darauf an, eine gegebene Menge Wasser in kürzester Zeit mit der geringsten Menge von Brennmaterial, und mit möglichster Sicherheit in Dampf zu verwandeln, und zwar in einer für die Maschine ausreichenden Menge. Die meisten Kessel werden von geschlagenem Eisenblech oder Kupferblech gemacht. Gusseisen ist wegen des Springens zu gefährlich. Die Bleche müssen von gehöriger Dicke sein, die theils durch Rechnung theils durch Erfahrung gegeben ist. Die Formen sind sehr verschieden, theils cylindrisch,

theils kofferförmig, aber immer länger als breit oder dick. Das Feuer umspielt den Kessel nicht bloss von unten, sondern es wird durch Kanäle auch an seinen Seiten vorbeigeführt, einestheils, um die heisse Luft nicht zu früh in den Schornstein zu jagen, ehe sie ihre Hitze abgegeben hat, anderntheils um eine zu grosse Abkühlung des Kessels von aussen her zu verhüten. Bei dieser Einrichtung ist der Kessel aussen immer um mehrere Grade heisser, als das Wasser innen, was von der Dicke und Substanz des Kesselblechs abhängig ist. Im Mittel kann man annehmen, dass 10 Quadratfuss Dampffläche in 1 Minute 1 Pfund Dampf von 80° R. liefern. Häufig wölbt man den Boden wie den Deckel des Kessels, um dem Feuer mehr Fläche darzubieten. Den Kessel über 15 Fuss lang und 5 Fuss breit zu machen, ist nicht rathsam. Liefert er nicht Dampf genug, so bringe man lieber zwei Kessel an. Unter ihm brennt das Feuer auf einem Rost, und dieser Raum hat eine Heiz- und eine Aschenthür. Die Luft tritt durch einen Kanal unter das Feuer, und dieser Kanal kann durch einen Schieber mehr oder weniger geschlossen werden, um den Luftzug zu mässigen und das Brennen zu vermehren oder zu vermindern. Aus dem Deckel führt ein grosses Dampfrohr den Dampf nach dem Cylinder, in welchem eine Drehklappe ist, um ihn abzuschliessen, ähnlich wie im Rohre eines Ofens. Ausserdem ist in dem Deckel noch eine, in der Regel fest verschlossene Oeffnung, die Einfahrt oder das Mannloch, durch welche ein Arbeiter in das Innere gelangen kann, um den Kessel zu reinigen. Soll der Dampf eine höhere Spannung haben, so muss der Kessel cylinderförmig sein, wovon es wieder viele Arten giebt. Nicht selten steckt in einem solchen Kessel ein zweiter engerer Cylinder, in welchem die Feuerung angebracht ist, so dass der Kessel von Innen geheizt wird. Meistens ist diese Einrichtung nicht zu empfehlen, für Dampfschiffe jedoch vortheilhaft.

Je stärker der Dampf gespannt ist, um so sicherer sind Kessel von geringem Durchmesser, und man bringt in diesem Falle viele neben einander an, deren jeder aus einer Röhre besteht. Ein so zusammengesetzter Kessel heisst ein Röhrenkessel, und ist besonders bei Hochdruckmaschinen in vielen Fällen zu empfehlen. Sie lassen sich in sehr verschiedener Art zusammensetzen. In Dampfwagen haben die Röhren nicht über 1 Zoll im Durchmesser.

Da der Dampf nicht in den Kessel zurückkehrt, so muss das verdampfte Wasser in ihm ersetzt werden. Desswegen sind Nachfüllungsapparate angebracht, deren es mehrere Arten giebt. Doch darf der Kessel auch nicht zu weit gefüllt werden, weil sonst der Dampfraum zu sehr vermindert wird, der immer eine angemessene Grösse behalten muss. Bei Kesseln mit niederem Drucke ist es eine aus dem Kessel hoch emporragende Röhre, welche dampfdicht aufgeschraubt ist, und mit ihrem unteren aufwärts gekrümmten Ende bis in das Wasser des Kessels reicht. Oben endigt sich die Röhre mit einem oben offenen Gefässe, in welches sich das durch die Warmwasserpumpe in die Höhe gebrachte warme Wasser aus dem Condensator ergiesst. Das Rohr ist jedoch mit einem Ventile geschlossen, und letzteres steht mit einem Hebel in Verbindung, an dessen einem Arme ein Drath befestigt ist, der durch eine Stopfbüchse geht

und in den Kessel reicht. Am untersten Ende des Draths ist ein Schwimmer angebracht, der auf dem Wasser schwimmt. Der Drath hat genau die Länge, dass das Ventil geschlossen bleibt, wenn das Wasser im Kessel die rechte Höhe hat; sinkt es aber, und mit ihm der Schwimmer, so zieht dieser mittelst des Hebels das Ventil auf, und es läuft so lange Wasser durch das Rohr in den Kessel, bis der Schwimmer wieder gestiegen ist, und das Ventil sich schliesst. Bei Dampfkesseln mit hohem Drucke bringt eine kleine, durch die Maschine selber bewegte Druckpumpe das Speisewasser in den Kessel. Es muss so warm wie möglich sein, und wenn ein Condensator fehlt, besonders erhitzt werden. Um ausserdem zu wissen, wie hoch das Wasser im Kessel steht, bringt man noch in dem Deckel des Kessels zwei Hähne an, welche Röhren schliessen, von denen die eine bis unter den Normalstand des Wassers reicht, die andere etwas darüber endigt. Oeffnet man die Hähne, so wird aus dem einen Wasser, aus dem anderen Dampf ausströmen; geben beide Dampf, so ist zu wenig, und wenn beide Wasser geben, zu viel Wasser vorhanden. Man bringt auch wohl ein langes Rohr an, das durch den Deckel bis ein wenig unter den Normalstand des Wassers reicht. Das andere Ende enthält eine Pfeife. So lange noch Wasser genug im Kessel ist, steht das Wasser hoch in der Röhre, bis sein hydrostatischer Druck dem des Dampfes gleich ist. Sinkt der Wasserspiegel bis unter das Rohr, so läuft das Wasser aus ihm in den Kessel, und der Dampf fährt laut pfeifend hinaus. Um die Spannung des Dampfes im Kessel zu messen, befestigt man an der Seitenwand desselben eine heberförmig gebogene, offene Glasröhre, in welche Quecksilber gefüllt ist, und die mit einer in halbe Zolle getheilten Scala versehen ist. Der Dampf drückt auf der einen Seite das Quecksilber nieder und diess steigt im anderen Schenkel. Der Unterschied beider Höhen giebt den Druck. Dieser Apparat heisst das Quecksilbervisir. Auch der Schieber, welcher den Luftzug regulirt, wird von dem Kessel selber in Bewegung gesetzt, und zwar in der Art, dass der Schieber den Luftzug vermindert, wenn die Spannung des Dampfes im Kessel grösser wird, aber vermehrt, wenn sie abnimmt.

Vor allem aber ist es nöthig, den Kessel mit Sicherheitsventilen zu versehen, und zwar mit einem inneren und einem äusseren. Das innere ist eine kegelförmige, dicke, runde Platte, welche sich nach dem Innern des Kessels öffnet, und an dem einen Ende eines Hebelarmes sitzt, an dessen anderem Ende ein Gegengewicht vorhanden ist, das das Ventil von Innen mit einer Kraft andrückt, welche etwa 3 Pfund auf den Kreis Zoll beträgt. Wenn der Druck des Dampfes einmal geringer werden sollte, als der Druck der äusseren Luft, so öffnet sich dieses Ventil, und gestattet der Luft den Eintritt, ohne welche Vorsicht der Kessel zusammengedrückt werden würde. Bei Dampfkesseln mit höherem Druck ist es überflüssig. Gewöhnlich bringt man es auf der Platte des Mannloches an.

Das äussere Sicherheitsventil ist ähnlich beschaffen, öffnet sich nach Aussen, und besteht in der Regel aus einem einarmigen Hebel, an dessen Ende das Ventil befestigt ist, und auf dessen Arm ein verschiebbares Gewicht hängt. Die Belastung der Ventilplatte muss

immer um einige Pfunde grösser sein, als der höchste Druck des Dampfes auf den Kreis Zoll. Drückt der Dampf von Innen stärker als das Ventil, so öffnet er dasselbe, und der Ueberschuss fährt hinaus. Es darf auf keinem Kessel fehlen, und es ist grosse Vorsicht, besonders bei Hochdruckmaschinen, nöthig, damit es sich nicht klemme oder verleime. Auch darf die Oeffnung nicht zu klein sein. Für Hochdruckmaschinen sind Kugelventile vorzuziehen, man kann aber auch ein Sicherheitsrohr wählen. Auch wendet man statt der Ventile Pfropfen von einer leichtflüssigen Metallmischung an, die man so zusammensetzen kann, dass sie bei einer bestimmten Temperatur, welche die anzuwendende übertrifft, schmelzen. Die meisten Explosionen der Kessel dürften wohl der Vernachlässigung des Sicherheitsventils, und der unrichtigen Speisung des Kessels mit Wasser zuzuschreiben sein. Ist zu wenig Wasser im Kessel, so wird ein Theil der dem Feuer ausgesetzten Kesselwände entblösst, und übermässig erhitzt, der Kessel aber liefert jetzt weniger Dampf als vorhin, und der Arbeiter verstärkt das Feuer und damit das Uebel. Es kommt wohl jetzt der Nachfüllungsapparat in Gang, jene bis zum Glühen erhitzten Stellen kommen plötzlich mit kälterem Wasser in Berührung, ziehen sich zusammen und reissen; indem aber zugleich sehr heftige Dampfentwicklung stattfindet, wird jene angefangene Zerreißung zu einer Zersprengung des Kessels, wobei selbst das Sicherheitsventil sich geöffnet haben kann, ohne das Uebel abzuwenden. So können Kessel bei anscheinend niedriger Spannung des Dampfes zerreißen. Ob sich bei der Berührung des Wassers mit den glühenden Kesselflächen Knallgas bildet, und dabei explodirt, ist noch nicht gewiss. Das in den Kessel gebrachte Wasser setzt gewöhnlich auf den Boden ein festes Sediment, den sogenannten Pfannenstein ab, der sich zwischen Wasser und Bodenfläche ablagert, und nicht nur die Erhitzung des Wassers erschwert, sondern auch den Kesselboden leicht verbrennen lässt. Man muss die Entstehung dieses Bodensatzes möglichst verhüten; zu dem Ende wirft man einige zerquetschte gekochte Kartoffeln, oder die Abfälle von Malzböden hinein, um das Wasser etwas schleimig zu machen. Kohlenpulver soll dieselben Dienste thun, wenn man $\frac{1}{4}$ pCt. des Wassergewichts anwendet.

Wir gedenken nun noch einiger Einrichtungen, welche sich bei den meisten Maschinen finden. Da die Kolbenstange an das eine Ende des Balanciers angebracht wird, dieses aber bei der Bewegung einen Bogen beschreibt, so würde die Stange nicht senkrecht gehoben werden, sondern auf die Stopfbüchse einen nachtheiligen Seitendruck ausüben. Bei einfach wirkenden Maschinen kann man sich damit helfen, dass man an das Ende des Balanciers einen eisernen Bogen, dessen Radius der Balancier ist, anbringt, auf dessen Stirn eine Rinne einschneidet, und oben eine Kette daran befestigt, die über die Rinne hinabläuft, und deren unteres Ende mit der Kolbenstange verbunden ist. Die Kette wickelt sich bei der Bewegung auf und ab. Ihr freies Ende bildet aber immer eine Tangente am Bogen, welche rechtwinklig auf den jedesmaligen horizontalen Radius steht, der sich gleich bleibt, und so hewegt sich auch die Kolbenstange stets senkrecht. Bei anderen Maschinen ist diese Einrichtung nicht anzuwenden, man erreicht aber denselben Zweck theils durch un-

mittelbare Leitung mit Anwendung von Rollen, theils durch die sogenannte Gegenlenkung, theils durch das sogenannte Parallelogramm, welches am häufigsten angewendet wird. Sie sind indessen ohne Zeichnungen nicht deutlich zu machen.

Bei kleinen Maschinen hilft man sich auch wohl dadurch, dass man den Cylinder an zwei Seitenzapfen in der Mitte seiner Höhe aufhängt, so dass er selber sich mit der Kolbenstange nach links und rechts wendet. Beide Zapfen sind durchbohrt, und stehen mittelst eines hohlen, den Cylinder umgebenden Wulstes mit einander in Verbindung. Durch diesen Zapfen und den Wulst erfolgt der Eintritt und Austritt des Dampfes; sie vertreten daher die Stelle der Steuerung. Solche Maschinen sind sehr einfach, und wo keine grossen Lasten zu bewegen sind, ganz brauchbar. Man nennt sie oscillirende Maschinen.

Jede Dampfmaschine hat eine gewisse Arbeit zu verrichten, das heisst, einen Widerstand zu überwäligen, der sich aber nicht immer gleich bleibt. Vermindert er sich, so wird die Maschine schneller arbeiten, vermehrt er sich, langsamer. Um hierin Gleichförmigkeit zu erzielen, bringt man einen Regulator an, das conische Pendel. An einer senkrechten Achse sind zwei Stangen an einem Zapfen befestigt, um welchen sie sich mit Leichtigkeit bewegen lassen, so dass sie eben so gut frei herabhängen, als auch in andere Lagen gegen die andere Achse gebracht werden können. An dem anderen Ende jeder Stange hängt eine schwere Metallkugel. Das obere Ende jeder Stange verlängert sich nach Art eines Winkelhebels über den Zapfen hinaus, und an deren Ende gehen zwei durch Zapfen befestigte und bewegliche Stangen, welche mit den Verlängerungen ein Parallelogramm bilden, nach der Achse zurück, wo sie mit einer über der Achse leicht verschiebbaren Hülse beweglich verbunden sind; dies Parallelogramm ist wie ein Storchschnabel eingerichtet; entfernt man die Kugeln von der Achse, so wird es flacher, und die obere Hülse geht herab, nähern sich die Kugeln, so geht sie hinauf. Ueber der Hülse liegen die Hebel, durch welche die Drehklappe in Bewegung gesetzt wird, die den Dampf aus dem Kessel nach dem Cylinder gehen lässt, und zwar schliesst sie sich mehr, wenn die Hülse sinkt, öffnet sich aber, wenn sie steigt. Die Achse des Pendels wird von der Welle des Schwungrades aus in Umdrehung gesetzt, und vermöge der Schwungkraft halten sich die Kugeln mehr oder weniger von der Achse entfernt. Fängt die Maschine nun an, schneller zu arbeiten, so dreht sich das Schwungrad rascher, mit ihr das conische Pendel, und die Kugeln entfernen sich wegen der vermehrten Schwungkraft weiter von der Achse, die Hülse bewegt sich abwärts und dreht die Drehklappe so, dass weniger Dampf in den Cylinder gelangt, wodurch die Bewegung sich mässigt, und eben so umgekehrt. Diese Vorrichtung regulirt somit den Dampfzufluss.

Das Maass der Wirkung einer Dampfmaschine wird gewöhnlich nach Pferdekraften bestimmt, welches Maass Watt zuerst eingeführt hat. Er ging dabei von der Erfahrung aus, dass ein Pferd mit einer Geschwindigkeit von $2\frac{1}{2}$ Meilen englisch in der Stunde 150 Pfund bewegt. Diess giebt für die Secunde ein Moment von 550 Pfund, oder von 33000 Pfund engl. in der Minute auf 1 Fuss gehoben. Die

Grösse der Wirkung einer Maschine ist nun abhängig von der Grösse des Drucks auf den Kolben, von der Höhe des Kolbenhubes, und von der Zahl derselben in einer Minute. Watt nahm den Druck auf den Quadratzoll des Kolbens zu 7 Pfund an, für die Maschine mittlerer Grösse genauer zu 6,92 Pfund. Letzteres giebt für den Kreis Zoll 5,43, welche Zahl sich leicht behalten lässt. Gesetzt, der Kolben einer Maschine habe einen Durchmesser von 20 Zollen englisch, sie mache in jeder Minute 17 doppelte Hube (aufwärts und abwärts bei einer doppelt wirkenden Maschine), und jeder sey 7 Fuss hoch, so ist ihre Geschwindigkeit in der Minute = $2 \cdot 17 \cdot 7 = 238$ Fuss. Das Quadrat des Durchmessers ist = 400 Kreis Zoll, womit wir die Oberfläche des Kolbens erhalten; auf jeden drücken 5,43 Pfund, es wirken auf den Kolben also $400 \cdot 5,43 = 2172$ Pfund, welche in einer Minute 238 Fuss gehoben werden. Diess ist dasselbe, als ob in einer Minute $2172 \cdot 238 = 516936$ Pfund 1 Fuss hoch gehoben würden. Dividiren wir in diese Zahl mit 33000, so erhalten wir $15\frac{1}{2}$ Pferdekräfte. Nennen wir die Höhe des Kolbenhubes h , die Zahl der doppelten Kolbenhube in der Minute n , den Durchmesser d , so erhalten wir diese Zahl durch die Formel: $0,000329 n h d^2$.

Die Dampfmaschine ist bereits zu einem so hohen Grade der Vollkommenheit gediehen, dass wesentliche Verbesserungen kaum noch zu erwarten, obgleich sie sich vielfach abändern lässt; ja die Wirkungen ihres Mechanismus streifen fast an die des Organismus. Sie schafft sich selber, je nachdem es nöthig ist, mehr oder weniger Luftzug und Feuer, sie wandelt das Wasser in Dampf um, leitet ihn durch einen Cylinder und bringt ihn dort in Wirksamkeit, sie schlägt ihn als heisses Wasser nieder, indem sie sich selber das dazu erforderliche kalte Wasser herbeischafft, und leitet jenes nach dem Kessel zurück, so dass eine wirkliche Circulation stattfindet, sie regulirt den Zufluss selber nach dem Bedürfniss, und wenn diess nicht genügend ist, pfeift sie, oder lässt auf andere Weise erkennen, dass die Hülfe des Menschen eintreten muss. Bei zu grosser Spannung, oder bei zu geringer, schafft sie sich selber Luft, um einer Zertrümmerung vorzubeugen; bei zu heftigem Dampfzufluss mässigt, bei zu geringem verstärkt sie ihn, bis zur gehörigen Grösse; sie öffnet und schliesst selber zur rechten Zeit alle Ventile, ja sie zeichnet sogar mittelst des Indicators das Maass ihrer Leistungen auf, und liefert in alle dem ein wahres Musterbild eines vollkommenen Mechanismus und eines auf tausendfältige Weise zu benutzenden Kraftmagazins.

K. F. Kl.

Dampfwagen s. Locomotive.

Danburit nennt Shepard ein in Spalten und Höhlungen des Feldspaths bei der Stadt Danburg in Connecticut vorkommendes Mineral. Es krystallisirt in schiefen rhombischen Säulen, ist honiggelb, durchsichtig, etwas härter als Quarz, spec. Gew. 2,83. Vor dem Löthrohr phosphorescirt es, schmilzt langsam, und giebt im Glaskolben Feuchtigkeit. Sehr fein gepulvert wird es nach langer Digestion von Salzsäure aufgelöst. Shepard fand es zusammengesetzt aus 56,00 Kieselsäure; 28,33 Kalk; 1,70 Thonerde; 0,85 Yttererde; 5,12 Kali

nebst Verlust; 8,00 Wasser. Eine genügende Formel lässt sich hieraus nicht aufstellen. Pogg. Ann. L. 182. B.

Daphnin. Seidelbastbitter kommt in der Rinde aller Daphnearten vor. Es bildet säulenförmige Krystalle, die weiss, durchsichtig und geruchlos sind, einen sehr herben Geschmack besitzen und in kaltem Wasser nur wenig, leichter aber in kochendem Wasser, Alkohol und Aether löslich sind. Die Krystalle schmelzen bei gelinder Hitze, bei höherer Temperatur werden sie zersetzt. Das Daphnin zeigt in seinen Auflösungen weder saure noch neutrale Reaktion, Alkalien färben es gelb und zerstören die Krystallisationsfähigkeit desselben, wird aber das Alkali durch eine Säure wieder weggenommen, so krystallisirt es wieder aus seiner wässrigen Lösung heraus. (Ch. Gmelin.) M.

Darrenmalz, im Gegensatz zu Luftmalz findet seinen Unterschied nur in der Schlussoperation des Malzens, im Trocknen. In wie weit das Malz bei Bierbrauerei und Brantweinbrennen seine Anwendung habe, findet man unter diesen Artikeln; hier bloss von der Bereitung. Das Malzen geschieht, um den Zuckergehalt, der in den Getraidearten nur dürftig ist, zu vermehren. Gerste wird am meisten zu Malz verwandt; die Güte des Kornes ist zu einem erspriesslichen Gelingen der Operation ein Hauptforderniss; gleichartig muss es jedenfalls sein, damit auch der Keimungsprocess bei den einzelnen Körnern in gleichem Maasse aufträte. Verschiedene Beschaffenheit des Kornes fordert in der Zeitdauer der einzelnen Operationen ein verschiedenes Verhältniss.

Das Verfahren beginnt mit dem Einweichen in dem Quellbotich, der von Dauben gefertigt oder gemauert sein kann, aber einen Abfluss nach unten haben muss. In diesem wird das Getraide in ebenem Niveau aufgeschüttet und reines Wasser, dessen Härte oder Weiche gleichgültig ist, daraufgepumpt, bis es mehrere Zoll über dem Korne steht und das leichte oben schwimmende Getraide bequem abgenommen werden kann.

Das Wasser zieht aus den Hülsen einen dunklen Extractivstoff und phosphorsaures und salpetersaures Natron, Kohlensäure entwickelt sich und bleibt aufgelöst, das Getraide bekommt eine hellere Farbe und nimmt $\frac{1}{5}$ am Volumen zu. Sommers alle 12, Winters alle 24 Stunden muss das Wasser ablaufen und ersetzt werden. Nach der Verschiedenheit des Kornes richtet sich die verschiedene Quellzeit, meistens zwischen 50 und 70 Stunden. Die Probe ist leichte Zerdrückbarkeit und Weichheit der Hülse; milchartiger Saft in den Körnern deutet auf ein zu langes Einquellen.

Nach vollendetem Einweichen wird das von überflüssigem Wasser befreite Korn auf einem gepflasterten Kellerboden in Beete von 1—2 Fuss Höhe je nach der Jahreszeit ausgebreitet, erscheint nach 12 bis 20 Stunden trocken, erhitzt sich dann und fängt an zu schwitzen, worauf sich alsbald der Wurzelkeim und dann auch der Blattkeim bildet, der jedoch, um den Zuckergehalt nicht unnöthig zu vermindern, in seiner Entwicklung gestört werden muss. Zu dem Ende wird das Getraide in niedrigere Haufen geschüttet und öfters umgestochen. Vollendet ist das Keimen, wenn die Wurzelfasern der Gerste

die 1½fache, die des Waizens gleiche Länge mit dem Korn erreicht haben. In der Regel dauert dieses 10 bis 14 Tage. Nach der Zeit wird das Korn zur Trocknung und Abkühlung ganz dünn auf dem Boden ausgebreitet. Es enthält jetzt nach der Analyse von Proust:

Harz	1
Gummi	15
Zucker	15
Kleber	1
Stärke und Hordein	68 Theile.

In diesem Zustande wird es auf die Schwelch- oder Luftböden gebracht, dünn aufgeschüttet und oft umgestochen. Trocknet man es in dieser Weise vollständig so heisst es Luftmalz, bringt man es aber, bevor es trocken ist, auf die sogenannten Darren, auf denen es durch Rauch oder, was besonders in neuester Zeit geschieht, durch heisse Luft getrocknet wird, so heisst es Darrenmalz. Die Wärme muss allmählig an das Malz kommen und dieses öfters umgewendet werden. Die Höhe der Temperatur wird durch die Farbe bestimmt, welche das Bier haben soll, und welche daher das Malz auch haben muss. 80° Réaumur ist eine Temperatur, welche das Malz nicht mehr ertragen kann, ohne zum grossen Theile zersetzt zu werden. Durch das Malzen hat die Gerste fast 20 pCt. an Gewicht verloren und ungefähr 2 pCt. an Volumen zugenommen und schwimmt, trotz des noch immer bedeutenden specifischen Gewichtes wegen der Luft, die innerhalb der Hülse eingeschlossen ist, auf dem Wasser. Das weitere Verfahren siehe unter Bierbrauen.

Literatur. Dingler polyt. Journ. XLI, 395. Pogg. Ann. XXXII, 195. Dingler polyt. Journ. XXXIV, 282. u. XXVIII, 449. Mechanic's Magaz. XVII, 118. cf. Literatur des Bierbrauens. M.

Datiscin s. Inulin.

Datolith wurde 1806 von Esmark zu Arendal, der Tyroler Datolith vom Mineralienhändler Frischholz entdeckt. Er krystallisirt in (2 + 1) gliedrigen Säulen von 77½° mit vielen zum Theil verwickelten Formen combinirt. Undeutlich spaltbar. Ausser den Krystallen findet er sich in krystallinischen und derben Massen von körni-ger und fasriger Structur. Auf diese Absonderungsweise bezieht sich der aus *δαίωμαι* (ich sondere ab) und *λίθος* (Stein) zusammengesetzte Name. Der Datolith ist farblos, weiss, grünlich oder gelblich, steht in der Härte zwischen Apatit und Feldspath, ist durchsichtig oder durchscheinend, glas- und fettglänzend, spec. Gew. 2,95—3,4. Er giebt im Kolben Wasser, und löst sich leicht mit Hinterlassung von Kieselgallerte in Salzsäure. Der Datolith ist von verschiedenen Chemikern analysirt worden, zuletzt von Rammelsberg, welcher die Formel $2Ca^3Si + B^3Si^2 + 3H$ als die passendste aufstellt, wonach der Datolith also aus kieselsaurer Kalkerde, kieselsaurer Borsäure und Wasser besteht.

Mit dem Datolith übereinstimmend in seinem chemischen Verhalten, aber verschieden davon durch die feinfasrige Structur ist der Botryolith, den man desshalb auch Faser-Datolith genannt hat. Er kommt als ein traubiger Ueberzug von weisser, grauer oder röthlicher

Farbe auf Kalkspath zu Arendal vor, und hat mit dem Datolith gleiche Zusammensetzung, aber 6 Atome Wasser. (Pogg. Ann. XLVII. 169).

Den Datolith findet man zu Arendal, Andreasberg, in Tyrol, Rheinbaiern und in der Gegend von Edinburg. B.

Daturasäure. Eine noch wenig bekannte Säure, welche, von Peschier aus Datura Stramonium dargestellt, rhombische in Wasser lösliche Krystalle bildet, mit Kali und Natron krystallisirbare Salze liefert, und die Baryt-, Blei-, Quecksilber- und Silbersalze aus ihren Auflösungen fällt. M.

Daturin wurde von Geiger und Hess im Stechapfel, Datura Stramonium, entdeckt. Sie stellten es aus dem Saamen dar, indem sie denselben stießen und in der Wärme mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Alkohol behandelten. Die freie Säure wird hierauf mit Kalkhydrat weggenommen, der Niederschlag abfiltrirt und der Alkohol von der rückständigen Flüssigkeit abdestillirt. Das sich dabei ausscheidende Oel wird nach beendigter Destillation abgenommen, die Flüssigkeit filtrirt und das Daturin durch kohlen-saures Kali gefällt. Der Niederschlag wird getrocknet, in absolutem Alkohol aufgelöst, und dieser hierauf wiederum abdestillirt. Der Rückstand wird in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, filtrirt und die durchgelaufene Flüssigkeit mit ihrer gleichen Gewichtsmenge Weingeist vermischt. Man entfärbt sie hierauf mit Thierkohle, destillirt den Weingeist wieder ab und fällt das Daturin nochmals mit kohlen-saurem Kali. Man trocknet den Niederschlag zwischen Löschpapier, löst ihn dann in Alkohol auf, filtrirt die Lösung, und setzt so lange Wasser dazu, bis sie anfängt milchig zu werden, worauf man sie sodann in einer offenen Schale bei gelinder Wärme abdampft.

Das Daturin krystallisirt aus seiner weingeistigen Lösung in farblosen, stark glänzenden, büschelförmig vereinigten Nadeln und ist geruchlos. Ist es unrein, so hat es einen stark narkotischen Geruch und sehr bitteren tabakähnlichen Geschmack. In kaltem Wasser ist es nur wenig löslich, etwas leichter in heissem, beim Erkalten desselben trübt sich die Lösung, nach einiger Zeit aber wird sie wieder klar; wird sie abgedampft, so scheidet sich das Daturin als eine farblose, firnissartige, nicht krystallinische Masse aus. In Alkohol ist es leichter löslich als in Aether. Es schmilzt bei 100° C. zu einem farblosen Oele, bei höherer Temperatur verflüchtigt es sich in weissen Nebeln, wobei es sich theilweise zersetzt.

Von den Reactionen sind folgende bemerkenswerth: Concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure lösen das Daturin auf, wird die Auflösung erwärmt, so schwärzt sie sich.

Von Jodtinctur wird es kermesfarbig, von Goldsolution weiss gefällt.

Von Alkalien wird es in der Wärme unter Entwicklung von Ammoniak zersetzt.

Die Zusammensetzung des Daturins ist bis jetzt noch nicht bekannt. Mit den Säuren bildet es krystallisirbare Salze, welche durch Auflösen des reinen Daturins in den Säuren erhalten werden; da es stark alkalisch reagirt, sättigt es dieselben vollständig. Die Salze

schmecken bitter, wirken, wie das reine Daturin, giftig und sind in Wasser und Weingeist löslich. Ihr Verhalten gegen Reagentien ist dasselbe wie das oben angeführte. M.

Davy's Sicherheitslampe s. Sicherheitslampe.

Davy nannten Monticelli und Covelli ein am Vesuv vorkommendes Mineral zu Ehren Davy's (Pogg. Ann. XI. 470), welches nach der Untersuchung von Mitscherlich und G. Rose Nephelin ist (G. Rose Elemente der Krystallogr. 160), nach Breithaupt aber doch verschieden davon sein soll. Pogg. Ann. LIII. 145. B.

Davyt s. schwefelsaure Thonerde.

Decantiren heisst eine Flüssigkeit von einem Bodensatz, der sich aus ihr abgesetzt hat, abgiessen. Man bedient sich dieses Verfahrens oft statt des Filtrirens. B.

Declination (magnetische). Zur Zeit der Compass-Entdeckung wich in Europa die Richtung einer nur in einer Horizontal-Ebene beweglichen Magnetnadel so wenig vom astronomischen Meridian ab, dass man der Compassnadel die Eigenschaft zuschrieb, genau nach Norden zu zeigen. Wann man zuerst auf die Abweichung von dieser Richtung, (welche man die magnetische Abweichung oder Declination nennt) aufmerksam geworden, ist nicht bekannt. Soviel ist indess gewiss, dass schon Columbus (dem Bericht seines Sohnes zufolge) dieselbe beobachtet hat. Die Declination ist nicht nur verschieden für verschiedene Orte, sondern sie ändert sich auch an einem und demselben Orte mit der Zeit, und diese Aenderungen sind zum Theil periodisch, (und zwar lässt sich eine tägliche und eine jährliche Periode unterscheiden) zum Theil nicht periodisch. Diese letzteren sind wiederum zum Theil oscillatorisch, unregelmässig und von kurzer Dauer, und lassen sich als Störungen in der täglichen Bahn der Nadel betrachten, zum Theil solche, die erst nach längeren Zeiträumen bemerkbar werden, die sich als langsame Aenderungen der mittleren Lage der Nadel fassen lassen, und die man *seculare Aenderungen* nennt.

Die tägliche Periode hängt unverkennbar mit der täglichen Wärmeperiode zusammen, und daher fällt sie auch für verschiedene Tage und Jahreszeiten verschieden aus. Im Allgemeinen kann man indess annehmen, dass die Nadel am westlichsten zwischen 1 und 2 Uhr Mittags, am östlichsten etwa um 8 Uhr Morgens steht.

Bezugs der jährlichen Periode scheint der westlichste Stand dem Sommer (etwa dem August), der östlichste dem Winter (etwa dem Februar) anzugehören.

Ueber die Ursachen der Declination und ihrer Aenderungen vrgl. Art. Erdmagnetismus; über ihre Grösse in verschiedenen Gegenden den Art. Isogonen; über die Mittel zu ihrer Bestimmung die Art. Declinatorium und Magnetometer. R.

Declinatorium nennt man jedes Instrument, welches zur Be-

stimmung der magnetischen Abweichung und der Variationen derselben dient. Auf der See versieht den ersten Dienst der Azimuthal-compass (s. Compass), mit welchem das magnetische Azimuth der im Horizont befindlichen Sonne gemessen wird, während man aus den Navigationsbüchern, welche meist den Abstand der auf- und untergehenden Sonne vom Ost- und Westpunkt (die Morgen- und Abendweiten) für alle Breiten und Declinationen der Sonne enthalten, die Lage der Sonne gegen den astronomischen Meridian bestimmt.

Für genauere Bestimmungen, wie sie nur auf dem Lande vorgenommen werden können, sind ausser dem Gauss'schen Magnetometer (s. Magnetometer) am meisten folgende Apparate in Anwendung gekommen.

- a) Das Gambey'sche Declinatorium, bestimmt zur Messung der absoluten Abweichung.

Auf der Alhidade eines getheilten Kreises, der durch Stellschrauben horizontal gestellt wird, befinden sich zwei vertikale Säulen, welche die horizontale Drehungsaxe eines Fernrohrs tragen. Zwischen diesen Säulen hängt an einem Querstück, senkrecht unter der Axe des Fernrohrs befestigt, ein Faden herab, welcher von einer Glas- oder Messingröhre umschlossen ist, und am untern Ende eine zur Aufnahme eines Magnetstabes bestimmte Messinghülse trägt. An jedem Ende des Stabes ist ein Kupferring angelöthet, in welchem ein Spinnenfaden in der Längenrichtung der Nadel eingespannt ist. Ein hölzerner Kasten, welcher auf dem Alhidadenzapfen festsetzt, umschließt die Nadel und ist an jedem Ende mit einem Glasfensterchen versehen, durch welche man mit dem Fernrohr auf den Spinnenfaden sehen kann. Zu feineren Drehungen der Alhidade dient eine Mikrometerschraube.

Beim Gebrauch bewegt man die Alhidade so, dass das eine Ende des Spinnenfadens in der Axe des Fernrohrs erscheint, kehrt alsdann das letztere um, und bringt das andere Ende des Spinnenfadens in seine Axe. Hierauf nimmt man die Nadel aus ihrer Hülse, wendet deren untere Fläche nach oben, und bringt von neuem die Enden des Spinnenfadens zur Coincidenz mit dem Faden des Fernrohrs. Das Mittel aus den ersten beiden Ablesungen giebt den Winkelabstand zwischen dem Nullpunkt der Theilung und der ersten Lage des Spinnenfadens, das Mittel aus den beiden letzten den Winkelabstand desselben von der zweiten Lage des Fadens; das Mittel aus allen 4 Ablesungen giebt daher die Lage der Halbirungslinie beider Fadenrichtungen, d. h. die Lage der magnetischen Axe der Nadel. Richtet man daher hierauf das Fernrohr auf einen fernen Gegenstand, dessen astronomisches Azimuth bekannt ist, und liest dessen Winkelabstand vom Nullpunkt der Theilung ab, so hat man die nöthigen Data für die magnetische Abweichung. Damit das Ocular bei der letzten Messung nicht verschoben zu werden braucht, befindet sich vor dem Objectiv eine kleine, nur das Centrum des letzteren verdeckende Convexlinse, deren Focus beim Richten auf die Nadelenden auf den Spinnenfaden fällt, und welche mit einer Metallplatte bedeckt wird, sobald das Fernrohr auf das Meridianzeichen gerichtet wird.

- b) Das Prony'sche Declinatorium, bestimmt zur Messung der absoluten Abweichung.

Der Magnetstab, welcher, wie beim vorigen Instrument, an einem Faden hängt, und an welchem zwei ein offenes Fernrohr *A* bildende Linsen befestigt sind, lässt sich so umwenden, dass dieses Fernrohr nach Belieben über und unter ihm sich befindet, und ist von einem Kasten umgeben, der vorn und hinten Glasscheiben hat. Dieser Kasten ist radialiter auf einem eingetheilten Sector befestigt, und ausserhalb desselben ein zweites in einer Vertikalebene drehbares Fernrohr *B*, dessen Axe bei horizontaler Stellung dem durch den Nullpunkt der Theilung gehenden Radius parallel ist. Der Sector befindet sich auf einer horizontal stellbaren Marmorplatte und lässt sich auf derselben durch eine Schraube ohne Ende bewegen.

Beim Gebrauch des Instruments kommt es darauf an, dass man das Fernrohr *B* der Nadel parallel stellt, und dann, statt die Lage der Nadel direkt zu suchen, nur die Lage des Fernrohrs *B* bestimmt. Zu diesem Zweck bemerkt man durch *A* den Gegenstand, welcher gerade in seiner Axe gesehen wird, dreht den Sector mittelst der Mikrometerschraube so, dass derselbe Gegenstand in der Axe des Fernrohrs *B* gesehen wird, wodurch die Axen von *A* und *B* einander parallel werden und bemerkt den Stand des Sectors. Alsdann kehrt man die Nadel um, wiederholt das Verfahren und bemerkt den neuen Stand des Sectors. Das Mittel aus beiden Ablesungen giebt die Richtung der Halbirungslinie beider Stellungen des Fernrohrs *A*, und mithin die Richtung des magnetischen Meridians, so dass alsdann nur noch das Fernrohr *B* auf einen Gegenstand zu richten übrig bleibt, dessen astronomisches Azimuth bekannt ist.

- c) Das Coulomb'sche Declinatorium, bestimmt zur Messung der Declinations-Variationen.

Ein 18" langer Magnetstab hängt an einem Bündel ungedrehter Seidenfäden und hat an jedem Ende einen feinen Strich, auf welchen darüberstehende verschiebbare Mikroskope mittelst Mikrometerschrauben eingestellt werden. Er ist überdies von einem Kasten eingeschlossen, der mit einem Deckel von Spiegelglas versehen und auf einer unverrückbaren Unterlage befestigt ist.

Aus der Zahl der Umdrehungen der Mikrometerschraube und deren Bruchtheilen, die man ausführen muss, um den Strich in der Axe des Mikroskops zu behalten, lassen sich nun die Variationen der Declination in Bogentheilen bestimmen, sobald man den Werth einer Schraubenumdrehung vorher ein für alle Mal ermittelt hat. Für schnelle und grosse Variationen ist es zweckmässiger, die Mikroskope festzustellen, und eine Eintheilung oder ein Glasmikrometer auf der Nadel selbst anzubringen.

R.

Decoct s. Absud.

Decrepitiren, abknistern. Wenn Krystalle mechanisch ein gemengtes Wasser enthalten, so zerspringen, decrepitiren sie beim Erhitzen mit Geräusch, z. B. Kochsalz, schwefelsaures Kali. Gewöhn-

Chem.-phys. Wörterb.

36

lich enthalten dergleichen Salze kein chemisch gebundenes Wasser; ist dies aber der Fall, wie bei den Krystallen des Brechweinsteins, so geht zuerst das mechanisch beigemengte Wasser fort, das chemisch gebundene hingegen entweicht ruhig zunächst von der Oberfläche und lässt, wenn das Salz nicht schmilzt, durch die entstandenen Zwischenräume das Wasser der nächsten Schicht durch. B.

Deflagrator, ein anderer Name für die unter dem Namen Calorimotor bekannte, spiralförmig gewundene, von Hare angegebene galvanische Kette. Beide Namen verdanken ihre Entstehung der hohen Wärme des Schliessungsdrahtes eines solchen galvanischen Elements, wenn die Oberfläche der Zink- und der Kupferplatte bedeutend ist. Die energische Wirkung einer solchen Kette entsteht durch den geringen Leitungswiderstand, welchen sie darbietet, indem bei bedeutendem Querschnitt der Flüssigkeitsschicht die Länge derselben unbedeutend ist, da die Windungen der beiden Platten in einander so eng wie möglich gemacht werden. Bei der Schwierigkeit, sie zu reinigen, ist es vortheilhaft, sie, nachdem sie längere Zeit in verdünnter Schwefelsäure gebraucht worden ist, dann in verdünnter Salpetersäure anzuwenden, wo sich dann oft der auf der Zinkplatte gebildete Niederschlag ablöst. Auch kann man die Zinkplatte, wenn sie bereits vorher spiralförmig gebogen worden, amalgamiren, und dann erst die Kupferspirale einschieben und durch Korkstücke oder Holzstäbe beide an einander befestigen. Diese früher besonders bei elektromagnetischen Versuchen vielfach angewendete galvanische Vorrichtung ist neuerdings durch die constanten Ketten mit porösen Zwischengefässen verdrängt worden. D.

Dehnbarkeit, Geschmeidigkeit, Ductilität ist die Fähigkeit eines festen Körpers, durch mechanische Kräfte nach einer oder mehreren Richtungen ausgedehnt oder überhaupt der Form nach verändert zu werden, ohne zu zerreißen. Da bedeutende Formveränderungen gewöhnlich die Grenze der vollkommenen Elasticität überschreiten und daher mehr oder weniger bleibend sind; so beschränkt man den Begriff der Dehnbarkeit oder Geschmeidigkeit auch auf die Fähigkeit eines Körpers, eine bleibende Aenderung der Form ohne Aufhebung des Zusammenhangs zu erleiden.

Die Dehnbarkeit ist der Sprödigkeit entgegengesetzt, indem Körper um so spröder genannt werden, je weniger sie eine Aenderung der Form ertragen, ohne zu zerspringen. Specielle Arten der Dehnbarkeit sind: Hämmerbarkeit oder Streckbarkeit und Zähigkeit (Tenacität). Unter der ersteren versteht man die Fähigkeit eines Körpers, durch Hämmern oder Walzen in Bleche oder dünne Blätter ausgedehnt zu werden, unter der letzteren die Kraft, welche angewendet werden muss, um einen Cylinder oder ein Prisma von bestimmtem Querschnitt zu zerreißen. Beide Eigenschaften, die Hämmerbarkeit und die Zähigkeit, bestimmen die Fähigkeit eines Körpers, sich zu Drath ausziehen zu lassen.

Nach Dumas (Handbuch der Chemie in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe. Deutsche Uebersetzung. Weimar 1831, Theil

2, p. 12) zerfallen die Metalle nach ihrer Geschmeidigkeit in folgenden Gruppen:

Geschmeidige Metalle.

Silber	Gold
Cadmium	Osmium?
Kupfer	Palladium
Zinn	Platin
Eisen	Blei
Iridium	Kalium
Quecksilber	Natrium
Nickel	Zink

Spröde Metalle.

Antimon	Molybdän
Wismuth	Rhodium
Cerium	Tellur
Chrom	Titan
Kobalt	Wolfram
Tantal	Uran
Mangan	

Nach dem Grade der Streckbarkeit geordnet sind die geschmeidigen Metalle, mit dem streckbarsten anfangend:

Gold
Silber
Kupfer
Zinn
Platin
Blei
Zink
Eisen
Nickel
Palladium?
Cadmium?

nach ihrer Zähigkeit:

Zahl der Kilogramme, welche erforderlich sind, um einen Drath von 2 Millimeter Durchmesser zu zerreißen.

Eisen	249,659	Sickingen
Kupfer	137,399	
Platin	124,690	Guyton-Morveau.
Silber	85,062	
Gold	68,216	Sickingen
Zink	49,790	
Nickel	47,670	
Silber	15,740	
Blei, gemessen vor dem Zerreißen	12,555	
— gemessen nach dem Zerreißen	5,623	

nach der Leichtigkeit, mit welcher sie sich zu Drath ausziehen lassen:

Gold
Silber
Platin
Eisen
Kupfer
Zink
Zinn
Blei
Nickel

Palladium
Cadmium

Wie geringe Beimengungen eines fremden Stoffs und schnelles Erkalten zuweilen die Dehnbarkeit beträchtlich vermindern, ist in dem Artikel „Cohäsion“ erwähnt worden. Auch die Operationen des Hämmerns, Walzens und Drahtziehens vermindern bei manchen Metallen, indem sie dieselben verdichten, die Dehnbarkeit, so dass man, um bei fortgesetzter Operation das Zerreißen zu verhindern, dieselben mehrmals erhitzen und dann langsam in der Luft abkühlen muss. Blei scheint durch Hämmern eher specifisch leichter als schwerer zu werden.

Im Allgemeinen wird die Geschmeidigkeit der Körper durch Temperaturerhöhung vermehrt. Das bei gewöhnlicher Temperatur so spröde Glas erhält in der Glühhitze eine ausserordentliche Geschmeidigkeit; Wachs, Talg, Schwefel werden bei gewissen Temperaturen so geschmeidig, dass sie zu Abdrücken von Münzen gebraucht werden können. Die Geschmeidigkeit des erwärmten Siegelacks ist bekannt. Merkwürdig ist das Verhalten des Zinks. Reines Zink lässt sich bei gewöhnlicher Temperatur zu dünnen Blechen ausschmieden, ohne an den Kanten zu bersten. Das im Handel vorkommende Zink ist dagegen spröder und bricht leicht; aber von 100° C. bis 150° C. erwärmt lässt es sich schmieden, zu dünnen Blechen walzen und zu sehr feinem Draht ziehen, und bei 205° wird es wieder so spröde, dass es in einem bis zu diesem Grade erhitzten Mörser zu Pulver gestossen werden kann. Aehnlich verhält sich schwefelhaltiges Eisen, welches in gewöhnlicher Temperatur schmiedbar ist, aber wegen seiner Sprödigkeit in der Rothglühhitze den Namen rothbrüchiges Eisen erhalten hat. Poröse Stoffe, namentlich organische, erhalten häufig eine grössere Geschmeidigkeit durch Einsaugen von Wasser oder anderen Flüssigkeiten. Hierauf beruht die Bildsamkeit des angefeuchteten Thons, das Weichwerden der thierischen Häute und Blasen, wenn man sie in Wasser legt oder mit flüssigem Fett einreibt, das Fadenziehen des mit Wasser benetzten Pflanzenschleims, die Ausdehnbarkeit des in Aether oder Terpentinöl aufgequellten Caoutchoucs.

Zu den interessantesten Beispielen grosser Dehnbarkeit gehören folgende:

Nach Réaumur (Mém. de l'Acad. 1713. p. 201.) kann das Gold von den Goldschlägern so dünn geschlagen werden, dass ein Grain oder $\frac{1}{24}$ Unze des von ihm mit Sorgfalt gewogenen und gemessenen Goldblatts $36\frac{1}{2}$ Quadrat Zoll bedeckte: Da hiernach eine Unze $4 \times 36\frac{1}{2} = 146\frac{1}{2}$ Quadratfuss bedeckt, und ein Kubikfuss Gold nach der Angabe Réaumur's 21220 Unzen wiegt, so ist die mittlere Dicke des Goldblatts $\frac{1}{21200 \cdot 146\frac{1}{2}}$ Fuss oder $\frac{144}{21220 \cdot 146\frac{1}{2}} = \frac{1}{21662}$ Linien, wohnach Réaumur die dünneren, mehr durchscheinenden Stellen weniger als $\frac{1}{30000}$ Linien dick annimmt.

Diese ausserordentliche Feinheit wird aber noch übertroffen durch die geringe Dicke des Goldhäutchens, mit welchem der zu den Lyoner Tressen verwandte Silberdrath überzogen ist. Nach Réaumur (a. a. O.) wird zur Bereitung dieses Drathes eine 22 Zoll lange und

15 Linien dicke Silberstange, welche 45 Mark wiegen soll, höchstens mit 6, gewöhnlich aber mit 2 oder 1 Unze besonders zu diesem Zweck bereiteteten Goldblattes überzogen, darauf in den Drathzug gebracht, und hier so lange durch immer feinere Löcher gezogen, bis der Drath, welcher bei gehöriger Behandlung auf seiner ganzen Länge vergoldet bleibt, die verlangte Feinheit erhalten hat. Dieser Drath wird dann noch, ehe er um Seide gesponnen wird, zwischen zwei polirten Stahlwalzen plattgedrückt, bis er die Breite von $\frac{1}{2}$ Linie erlangt hat, wodurch er zugleich um $\frac{1}{2}$ an Länge gewinnt. Nach den Wägungen und Messungen Réaumur's war $\frac{1}{2}$ Gros des noch nicht gewalzten feinsten Drahtes 202 Fuss, also 1 Unze $16 \times 202 = 3232$ Fuss lang. Wird nun durch Plätten die Breite dieses Drahts bis zu $\frac{1}{2}$ Linie ausgedehnt, und dadurch gleichzeitig die Länge um $\frac{1}{2}$ vermehrt, so beträgt die Dicke des geplätteten Drahtes, wenn man den Querschnitt desselben als ein Rechteck betrachtet, und das Gewicht eines Kubikfusses Silber mit Réaumur gleich 11523 Unzen

annimmt, $\frac{1728 \cdot 1728}{11523 \cdot 3232 \cdot \frac{1}{2} \cdot 144 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{1512}{387941}$ oder fast $\frac{1}{256}$ Linien. Hieraus berechnet dann Réaumur die mittlere Dicke des Goldhäutchens für den Fall, dass zur Vergoldung der Silberstange 2 Unzen Gold genommen wären zu $\frac{1}{175000}$ Linien, so dass die dünneren Stellen nach seiner Annahme noch nicht $\frac{1}{262500}$ Linie Dicke haben würden. Wäre demnach zur Vergoldung, wie es gewöhnlich geschieht, nur eine Unze Gold verwandt, so betrüge die Dicke des Goldhäutchens an den dünneren Stellen noch nicht $\frac{1}{500000}$ Linie, und da Réaumur wohl mit Recht vermuthet, dass die Breite des Drahtes, ohne das Goldhäutchen zu zerreißen, durch ferneres Walzen auch bis auf $\frac{1}{2}$ Linie gebracht werden könne, so würde die Dicke des Häutchens selbst bis auf weniger als 1 Milliontel Linie gebracht werden können. Von der Continuität des Goldhäutchens überzeugte sich Réaumur dadurch, dass er den Drath in Scheidewasser legte, welches das Silber auflöste, das Gold aber, wie fein auch der Drath sein mochte, in Gestalt einer hohlen durchaus continuirlichen Röhre zurück liess.

Da diese Untersuchungen Réaumur's häufig angeführt werden; so ist es hier wohl nicht am unrechten Orte, auf eine wesentliche Unbestimmtheit der Angaben hinzuweisen. Der cubische Inhalt eines Cylinders von 22 Zoll Länge und 15 Linien Dicke ist $22 \cdot \left(\frac{15}{2}\right)^2 \cdot \pi = 26,998$ oder sehr nahe 27 Kubikzoll, mithin der Inhalt der obigen Silberstange $\frac{27}{1728} = \frac{1}{64}$ Kubikfuss und das Gewicht derselben $\frac{11523}{64} = 180\frac{3}{4}$ Unzen oder fast $22\frac{1}{2}$ Mark. Da dieses Gewicht gerade die Hälfte des von Réaumur angegebenen Gewichtes ist, so ist entweder in der Angabe des Gewichtes oder der der Dimensionen ein Irrthum vorgefallen. Nehmen wir $22\frac{1}{2}$ Mark als das richtige Gewicht der Silberstange an, so wird sich die Dicke des Goldhäutchens doppelt so stark als nach der Rechnung Réaumur's ergeben. Für

die schwächste Vergoldung, mit 1 Unze, ist nämlich das Gewicht des Goldes $\frac{1}{180}$, also das Volumen desselben $\frac{1}{180} \times \frac{11523}{21220} = \frac{1}{332}$ von dem des Silbers. Setzen wir nun den Querschnitt des Drahtes gleich einem Rechteck von den Seiten a und b , die Dicke des Goldhäutchens (überall als dieselbe angenommen) gleich x ; so ist $(a + 2x)(b + 2x) - ab = \frac{1}{332} ab$, oder, wenn wir die zweite Potenz von x vernachlässigen, $2x(a + b) = \frac{1}{332} ab$, also

$$x = \frac{ab}{2 \cdot 332(a+b)} = \frac{ab}{2 \cdot 332 \cdot (\frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b)} = \frac{1}{2 \cdot 332 \cdot 33 \cdot 8} = \frac{1}{175296}$$

Linien, also gleich der Dicke, welche Réaumur für eine doppelt so starke Vergoldung gefunden hat. Noch ist zu bemerken, dass Réaumur nicht, wie man zuweilen angegeben findet, behauptet, den Drath wirklich bis zur Breite von $\frac{1}{4}$ Linie geplättet zu haben. Uebrigens ist die zuletzt gefundene mittlere Dicke des Goldüberzugs immer noch geringer als z. B. derjenige, welcher nach den gesetzlichen Bestimmungen in Oestreich dem zu gleichen Gebrauch bestimmten Drath gegeben wird. Nach diesen Bestimmungen (Precht's technol. Encyclop. Bd. 4. p. 228) soll das Gewicht des feinsten Goldüberzugs $\frac{1}{3}$ von dem Gewicht des Silbers betragen, und da der feinste noch ungeplättete Drath $\frac{1}{300}$ Zoll also circa denselben Durchmesser hat wie bei Réaumur; so würde die Dicke des Goldes auf dem bis zu $\frac{1}{4}$ Linie Breite geplätteten Drahtes ungefähr $\frac{180}{69} \times \frac{1}{175000}$ Linien betragen. Die Dicke der Vergoldung auf dem noch ungeplätteten Drath ist 0,0000039 oder $\frac{1}{256410}$ Zoll.

Da bei dem gewöhnlichen Drathziehen die feinsten selbst von den sehr geschmeidigen Metallen Gold und Silber darstellbaren Dräthe doch immer noch $\frac{1}{300}$ Zoll dick sind; so versuchte Wollaston (Phil. Transact. f. 1813. Gilb. Ann. Bd. 52. p. 284.) um noch feinere Dräthe zu erhalten, ein kurzes Stück dicken Silberdrahtes der Länge nach zu durchbohren, in das Loch einen genau passenden Golddrath hineinzustecken, und nun das Ganze in dem Drahtzuge weiter ausziehen. Mit dem Silberdrath musste dann der Golddrath gleichzeitig in demselben Maasse verlängert werden, so dass das Verhältniss der Durchmesser stets dasselbe blieb. War z. B. die Dicke des Golddrahtes $\frac{1}{3}$ von dem Durchmesser des durchbohrten Silberdrahtes, und wurde durch wiederholtes Drahtziehen der Durchmesser des letzteren bis auf $\frac{1}{300}$ Zoll verringert, so betrug die Dicke des Golddrahtes nur noch $\frac{1}{30000}$ Zoll. Um den Golddraht von seiner Hülle zu befreien, wurde derselbe einige Minuten in warme Salpetersäure gelegt, welche das Silber auflöste, und das Gold unangegriffen zurückliess. Indess stellte die Härte des Silbers diesem Verfahren zu grosse Schwierigkeiten entgegen, wesshalb Wollaston dasselbe zur Verfertigung der nach ihm benannten Wollaston'schen Platindräthe in folgender Weise abänderte. In der Axe einer hohlen cylindrischen Form von $\frac{1}{3}$ Zoll Weite wurde ein schon bis zu grosser Feinheit ausgezogener Platindrath befestigt, dann die Form mit Silber ausgegossen und nun der mit Silber bekleidete Platindrath in den Drahtzug gebracht. Auf diese Weise gelang es ihm, Platindräthe selbst von

$\frac{1}{30000}$ Zoll Durchmesser zu verfertigen. Jedoch fing der Drath schon bei $\frac{1}{13000}$ Zoll Dicke an durch das öftere Ausziehen zu verderben, und bei $\frac{1}{30000}$ Zoll Durchmesser zeigte sich der Zusammenhang an vielen Stellen unterbrochen. Um die sehr feinen Dräthe, welche von dem leisesten Luftzuge bewegt werden und schwer zu sehen sind, besser handhaben zu können, gab er dem noch mit Silber umgebenen Platindrath die Gestalt eines U, bog ihn dann an seinen Enden in Haken um, und brachte ihn, mittelst dieser Haken an einem Gold oder Platindrath hängend, mit seinem unteren Ende in Salpetersäure, so dass das Silber an den beiden Haken unaufgelöst blieb. Altmüller hat (Gilb. Ann. Bd. LVIII. p. 435) das Verfahren Wollaston's in so fern abgeändert, als er um den Platindrath Streifen von Silber-, Kupfer- oder Zink-Blech hämmert, das Ganze dann zu Drath auszieht, nach einigen Zügen über den Drath wieder eine neue Hülse macht und so fort bis der Platindrath etwa mit 6 solcher Bleche umgeben ist. Endlich hat Becquerel durch das Wollaston'sche Verfahren auch Stahldrath bis zu einem Durchmesser von $\frac{1}{80}$ Millimeter bei 128 Millimeter Länge ausgezogen. Das Silber wurde von dem Stahldrath mit Quecksilber weggenommen. Da aber die geringste Menge Luft oder Feuchtigkeit in dem Quecksilber den Drath in dem Augenblick, wo er von dem Silber entblösst wird, zerstört, so nahm Becquerel eine an einem Ende verschlossene Glasröhre, füllte dieselbe mit Quecksilber, kochte dieses einige Minuten, kehrte dann die Röhre um, und steckte, nachdem das offene Ende unter Quecksilber gebracht war, den vorher geglühten Drath hinein, welcher nun mit dem Quecksilber $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden bis auf ungefähr 150° C. erwärmt wurde. Nachdem dann der Apparat wieder langsam erkaltet war, konnte der Stahlfaden herausgenommen werden.

Zu den geschmeidigsten Körpern gehört unstreitig das Glas, wenn dasselbe bis zu einem gewissen Punkte erhitzt ist: Obwohl diese nützliche Eigenschaft des Glases schon aus den mannigfaltigen feinen Formen, welche die Glasbläser diesem Stoffe zu geben verstehen, hinreichend erkannt wird, so ergiebt sie sich doch noch deutlicher aus der grossen Feinheit der Fäden, zu welchen das Glas gesponnen werden kann. Um diese Fäden zu bilden, wird an eine Trommel von 12 bis 15 Zoll Durchmesser ein Zwirnsfaden befestigt, an dessen freies Ende ein kleines Glasstückchen angebunden ist. An einer Glasbläserlampe wird dann das auszuspinnende Glas erweicht, das an dem Zwirnsfaden angebundene Glasstückchen mit der erweichten Stelle in Berührung gebracht, und nun die Trommel durch Hülfe eines Räderwerks sehr schnell, etwa 30mal in der Secunde umgedreht. Je schneller die Trommel gedreht wird, desto feiner wird der Faden, ohne dass man darum ein um so leichteres Abreissen desselben zu befürchten hätte. Um das Gespinnst abzunehmen, muss die Trommel zusammen gelegt werden können. Nach Deuchar soll der Querschnitt des Fadens immer dem Querschnitt des Glases ähnlich sein, von welchem er gesponnen wurde. War z. B. dasselbe röhrenförmig, so soll auch der Faden eine Röhre bilden. Diese Fäden sind um so biegsamer, je dünner sie sind, so dass man sie früher zu Locken, Perücken und federartigem Schmuck auf Hüten verwandte. Muncke erzählt (Gehl. phys. Wörterbuch Bd. II. 512.), dass er bei

dem Glasbläser Herrmann aus Freiburg in Breisgau eine Mütze gesehen habe, welche aus Bündeln von Glasfäden geflochten war, sich vollkommen biegsam, wie von weichem Zeug verfertigt, zeigte, mit Seifenwasser gebürstet und gewaschen werden konnte, und wegen genügender Zartheit der einzelnen Fäden bei etwaigem Ablösen derselben den Augen keine Gefahr drohte, indem sie zu fein und biegsam waren, um zerknickt zu werden oder als kurze Enden zu stechen. Die feinsten der von diesem Künstler gesponnenen Glasfäden waren nach mikroskopischen Untersuchungen Muncke's nicht dicker als ein gewöhnlicher Faden aus dem Gespinnste einer grossen Kreuzspinne, aber ungleich weniger haltbar. Rr.

Dehnkraft s. Expansivkraft.

Dekadyloxydamid nennt Berzelius das Naphthalimid von Laurent, welches Loewig Naphthamid nennt. s. Naphthalimid. M.

Dekahexyl. Durch die Einwirkung des Chlors oder des Broms auf das Naphthalin entstehen Verbindungen, welche sich durch die Anzahl der Wasserstoffatome von einander unterscheiden. Das Naphthalin besteht aus $C_{10}H_8$; um die Zersetzung desselben erklärbar zu machen, nimmt Berzelius ein Doppelatom desselben an, $C_{20}H_{16}$. Bei der ersten Einwirkung des Chlors entzieht es dem Naphthalin 2 At. Wasserstoff, es entsteht dadurch eine Verbindung von $C_{20}H_{14}$, welcher Berzelius den Namen Dekahexyl gegeben hat, die Endung yl zeigt an, dass es ein Kohlenwasserstoffradical ist, und durch die beiden griechischen Zahlwörter wird die Atomenzahl des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs angegeben. So entstehen bei fortgesetzter Wirkung des Chlors auf Naphthalin Produkte, in welchen immer je 2 At. Wasserstoff ausgetreten sind, und deren Zusammensetzung durch die Benennung leicht einzusehen ist. Das Dekatetryl ist das darauf folgende Produkt, dessen Name angiebt, dass es aus $C_{20}H_{12}$ bestehe. Laurent hat für diese Verbindungen eine andere Nomenclatur gewählt. Die Grundform des Naphthalins ist nach ihm $C_{20}H_{16}$, das durch die Einwirkung des Chlors zuerst entstehende Produkt nennt er Naphthalas = $C_{20}H_{14}$, das zweite Naphthales = $C_{20}H_{12}$, das dritte Naphthalis = $C_{20}H_{10}$, und so fährt er fort, durch die Veränderung des Vocales in der letzten Sylbe diese Verbindungen von einander zu unterscheiden. Ueber die Darstellung dieser Körper s. Naphthalin. Vergl. Art. Nomenclatur, organische. M.

Dekapentylchlorid = $2(C_{10}H_5Cl_2)$. s. Naphthalin.

Dekatetrylsäure hat Berzelius die Laurent'sche Naphthalinsäure genannt, (s. d.), welche Loewig als Naphdehdsäure anführt. M.

Delphinin. 1) Eine von Lassaigne und Brandes in den sogenannten Stephanskörnern aufgefundenen Pflanzenbasis. Um dasselbe darzustellen, werden die Saamenkörner mit einem durch Schwefelsäure leicht angesäuerten Wasser digerirt und die aufgenommenen

Stoffe dann durch ein Alkali niedergeschlagen. Aus dem so gewonnenen ausgewaschenen und getrockneten Niederschlage kann man durch Kochen mit Alkohol die Pflanzenbasis ausziehen, welche nach Verdampfung des Alkohols sich als ein krystallinisches Pulver darstellt, leicht nach Ambra riecht, grosse Löslichkeit in Weingeist und Aether zeigt, aber in Wasser unlöslich ist. Es schmilzt bei 120° und wird bei höherer Temperatur zersetzt. Die Zusammensetzung ist: N, C_{27}, H_{36}, O_2 . Vergl. Ann. de Chim. et de Phys. LII. 359. Ibid. XII. 358. und Schweigg. Journ. XXV. 369.

2) Ein besonderes Fett, das sich im Oele des Delphinus globiceps, im gemeinen Fischthran und in den Beeren von Viburnum opulus findet. Da es noch nicht rein, besonders noch nicht frei von Olein hat dargestellt werden können, so lässt sich über seine Zusammensetzung nichts Bestimmtes sagen, doch darf man annehmen, dass es aus Delphinsäure und Oelsüss bestehe. M.

Delphinöl. 1) Das aus Delphinus globiceps gewonnene Oel.
2) Gleichbedeutend mit Delphinin. M.

Delphinon, ein leichter, dünnflüssiger Stoff, der in seinen Eigenschaften dem Butyron sehr ähnlich ist und sich bei der trockenen Destillation der delphinsauren Salze bildet. Die Zusammensetzung ist wahrscheinlich C_9, H_{18}, O . Vergl. Ann. de Chim. et de Phys. XXII. 374. M.

Delphinsäure. Diese Säure gewinnt man mit Oelsäure zugleich, wenn man das Delphinöl mit Kali behandelt. Die beiden Säuren trennt man durch Weinsteinsäure und verschafft sich delphinsauren Baryt durch Sättigen der wässerigen Säure mit Baryterdehydrat. Das trockene Barytsalz zersetzt man mit wässriger Phosphorsäure. Nachdem man die abgeschiedene Delphinsäure einmal destillirt hat, destillirt man sie, um sie wasserfrei zu erhalten, nochmals über Chlorcalcium, sie ist alsdann dünn und farblos und noch bei -9° flüssig, brennt mit russender Flamme. Ihre Zusammensetzung im wasserfreien Zustande ist C_{10}, H_{18}, O_2 , als Hydrat hält sie 1 At. Wasser. Vergl. Ann. de Chim. et de Phys. XXIII. 22. und Schweigg. Journ. XXXVIII. 179. M.

Delvauxit, ein von Delvaux 1793 zu Berneau bei Visé in Belgien gefundenes Mineral. Es bildet derbe, spröde, nierenförmige Massen, von schwarzer, röthlich- oder gelblichbrauner Farbe. Härte zwischen Kalkspath und Gyps, spec. Gew. 1,85. Verknistert vor dem Löthrohr und schmilzt zu einer grauen magnetischen Eisenkugel. Es besteht nach Dumont's Analyse aus wasserhaltigem basisch phosphorsaurem Eisenoxyd, entsprechend der Formel $\overset{25}{Fe}_2 \overset{25}{P} + 24H$, und war noch gemengt mit 11 pCt. kohlensaurem Kalk und 4 pCt. Kieselsäure. Pogg. Ann. XLVII. 496. B.

Dephlegmiren. Bei den älteren Chemikern hiess das in einer sauren oder spirituösen Flüssigkeit enthaltene Wasser Phlegma,

daher die Operation dieses zu entfernen, Dephlegmiren, es ist folglich gleichbedeutend mit Concentriren. Die in der Branntweimbrennerei gebräuchlichen Apparate, um den Branntwein zu concentriren, haben jetzt noch den Namen Dephlegmatoren oder Rectificatoren. M.

Dephlogisticiren, ein mit der Lehre vom Phlogiston abgekommener Ausdruck, der das Entfernen des Phlogistons, mithin Verbrennen bedeutete. Ein dephlogisticirter Körper wäre also, nach unserer Art zu sprechen, ein verbrannter oder mit Sauerstoff verbundener Körper. B.

Deplacirungsmethode, Verdrängungsmethode, eine



in Frankreich gebräuchliche, im Wesentlichen auf die Principien der Realschen Presse gegründete Methode, um Pflanzenstoffe zu extrahiren. Sie besteht darin, dass ein Trichter unten mit etwas Baumwolle verstopft, die zu extrahirende Substanz, gröblich gepulvert, hineingeschüttet und gelinde eingedrückt wird, der Trichter wird dann mit einer siebartig durchlöchernten Platte bedeckt, über welche man das Vehikel langsam ausgiesst und damit in dem Maasse fortfährt, als unten concentrirte Tinctur abläuft. Der Apparat kann ausserdem noch oben mit einer erhöhten Flüssigkeitssäule und unterhalb mit einem luftverdünnten Raume in Verbindung gebracht werden, um das Durchlaufen der Flüssigkeit zu beschleunigen. Bei Ausführung dieser Methode soll die aufgebossene Flüssigkeit gleichmässig in parallelen Schichten herabsinken, die nachfolgende mit der ersteren sich nicht vermengen, sondern diese gleichsam verdrängen, wodurch jedes Theilchen der Substanz mit noch ungesättigten Theilen des Vehikels in Berührung kommt. Es ist einleuchtend, dass dadurch ein grösserer Effect erzielt wird, als wenn die zu extrahirende Substanz auf einmal mit der ganzen Menge der Flüssigkeit übergossen wird. Dieses Verdrängen jeder Flüssigkeitsschicht durch die nachfolgende kann so weit fortgesetzt werden, dass auch eine zweite heterogene Flüssigkeit nachgegossen, und die in der Substanz eingeschlossene Auflösung ausgetrieben werden kann. Pelouze hat diese Methode ganz besonders zur Darstellung der Gerbsäure aus den Galläpfeln in Anwendung gebracht. M.

tend, dass dadurch ein grösserer Effect erzielt wird, als wenn die zu extrahirende Substanz auf einmal mit der ganzen Menge der Flüssigkeit übergossen wird. Dieses Verdrängen jeder Flüssigkeitsschicht durch die nachfolgende kann so weit fortgesetzt werden, dass auch eine zweite heterogene Flüssigkeit nachgegossen, und die in der Substanz eingeschlossene Auflösung ausgetrieben werden kann. Pelouze hat diese Methode ganz besonders zur Darstellung der Gerbsäure aus den Galläpfeln in Anwendung gebracht. M.

Dermatin nennt Breithaupt ein Mineral aus dem Serpentin bei Waldheim in Sachsen. Es bildet hautartige Ueberzüge, worauf der Name, von *δέρμα* Haut, Bezug hat, ist schwärzlich-, lauch- oder olivengrün, Härte zwischen Gyps und Kalkspath, spec. Gew. 2,136.

Die Analyse von Ficinus führt auf die Formel $(Mg, Fe), Si_2 + 6H_2O$, d. h. es ist $\frac{2}{3}$ kieselsaures Talkerde-Eisenoxydul mit Wasser. (Schweigg. Journ. XXX. 314.) B.

Desmin (Strahlzeolith), wird nach Breithaupt ein von Werner zum Zeolith gezogenes Mineral genannt, das meist in garbenförmig oder strahlig gruppirten Krystallen vorkommt, worauf sich der von *δῆσις* (Bündel) abgeleitete Name bezieht. Die Krystalle sind zweigliedrig, vorherrschend eine rechtwinklige Säule, auf deren Seitenkanten die Flächen eines rhombischen Octaëders aufgesetzt sind, dessen Endkantenwinkel $119^{\circ} 15'$ und 114° betragen. Vollkommen spaltbar dem einen Säulenflächenpaar, die Spaltungsflächen perlmutter-, die anderen glasglänzend. Farbe weiss, gelblich oder röthlich, grau oder braun. Härte nahe dem Flussspath, spec. Gew. 2,1—2,2. Bläht sich vor dem Löthrohr auf, und schmilzt zu einem weissen Email. Wird von Säuren unter Abscheidung der Kieselsäure völlig zersetzt. Ist nach Berzelius eine Verbindung von neutraler

kieselsaurer Kalk-Thonerde mit Wasser $\text{Ca Si} + \text{Al Si} + 6\text{H}$. Schweigg. Journ. VIII. 353. XXIII. 63. Jahresber. IV. 153. — Findet sich in den Höhlungen der Mandelsteine auf Island und den Faröern, auch auf Gängen zu Andreasberg und Kongsberg. Vergl. Stilbit. B.

Derosne'sches Salz, veralteter Name für das Narcotin.

Desoxydiren, einem mit Sauerstoff verbundenen (oxydirten) Körper den Sauerstoff entziehen. Es geschieht diess theils durch Erhitzen bei Abschluss der Luft, wie z. B. beim Quecksilberoxyd, meist aber dadurch, dass man den oxydirten Körper mit einem anderen zusammenbringt, der eine grössere Verwandtschaft zum Sauerstoff hat. Die gewöhnlich zur Desoxydation benutzten Körper sind Kalium, Wasserstoff und Kohlenstoff; letzterer allein im Grossen. s. Reduction. B.

Destilliren hat zum Zweck, eine Flüssigkeit von einer minder flüchtigen, z. B. Weingeist von Wasser, oder von einem festen Körper, Terpentinöl von Colophonium mittelst Wärme zu trennen. Die dazu gebräuchlichen Apparate bestehen im Wesentlichen aus zwei Theilen, von denen der eine, Retorte oder Destillirblase, das Gemisch, woraus die zu destillirende Flüssigkeit abgeschieden werden soll, aufnimmt und damit bis zur Verdampfung der Flüssigkeit erhitzt wird. Die aufsteigenden Dämpfe werden dann in den zweiten Theil, Vorlage (Recipient) oder Schlangenrohr geleitet, worin sie durch Abkühlung wieder in den flüssigen Zustand zurückkehren, und herabtröpfeln (destillare). Die Abkühlung bewirkt man im Kleinen durch nasse Tücher, mit denen man die Vorlage umgiebt, im Grossen durch ein Kühlfass, das man mit kaltem Wasser voll zu erhalten sucht, und die Dämpfe durch das darin angebrachte Schlangenrohr führt. Lässt man, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Dämpfe aus dem oberen Theil des Apparats in die Kühlvorrichtung treten, so heisst die Destillation eine aufsteigende im Gegensatz zur absteigenden, bei welcher die Dämpfe aus dem unteren Theil des Apparats entweichen, und die wohl nur noch beim Zink vorkommt. B.

Detoniren, Detonation, wenn Substanzen sich plötzlich und

mit einem Knall verbinden oder zersetzen. Jenes findet z. B. statt, wenn man ein Gemenge von 1 Th. Sauerstoff mit 2 Th. Wasserstoff anzündet, dieses, wenn Jodstickstoff erschüttert oder erwärmt wird. — Detoniren oder Verpuffen sagt man auch von der mit lebhaftem Geräusch verbundenen Verbrennung, welche beim Anzünden eines Gemenges von einem brennbaren Körper mit chloresurem, salpetersaurem oder einem ähnlichen, leicht Sauerstoff abgebendem Salze entsteht. Man beabsichtigt durch solche Verpuffung gewöhnlich eine Oxydation. B.

Devonit wurde der Wavellit wegen seines Vorkommens in Devonshire genannt. B.

Dextrin s. Stärke.

Diabetischer Zucker s. Harnzucker.

Diadochit, ein dunkel wachsgelbes, im Bruch muschligen Mineral aus dem Alaunschiefer bei Arnsbach im Saalfeldischen. Es bildet nieren- oder tropfsteinartige Massen, zwischen wachsglänzend. Besteht aus phosphorsaurem Eisenoxyd und $36\frac{1}{4}$ pCt. Wasser, eine genaue Zerlegung fehlt noch. Da das Mineral ein Eisensinter ist, worin die Arsensäure durch Phosphorsäure vertreten ist, so hat es den von *διαδοχος*, Stellvertreter, hergeleiteten Namen erhalten. Journ. f. prakt. Chem. X. 503. B.

Diagometer. Das Diagometer wurde von Rousseau erfunden, um mit demselben die elektrische Leitungsfähigkeit schwach leitender Körper zu messen. Die Bestandtheile sind: eine trockene Säule, deren einer Pol mit dem Fussboden in Verbindung steht; eine auf einem isolirten Stift balancirte, leicht bewegliche, sehr schwache Magnetsnadel; eine isolirte Metallkugel, die so angebracht ist, dass sie von der Spitze der im Meridian stehenden Nadel eben berührt wird. Wenn nun der Stift und die Kugel mit dem freien Pol der Säule in Verbindung gesetzt wird, so wird die Nadel und die Kugel gleichnamig elektrisirt, und erstere von der letzteren abgestossen. Vermittelt man die Verbindung zwischen der Säule und der Kugel durch die zu prüfende, schwach leitende Substanz, so wird je nach deren Leitungsfähigkeit eine grössere oder geringere Zeit erfordert, ehe die Nadel ihre grösste Ablenkung erreicht hat. Die hierauf verwendete Zeit benutzte Rousseau als Maass für die leitende Kraft. R.

Diallag. Diesen Namen gab Hauy mehreren früher zur Hornblende gerechneten Mineralien, bei denen die zwei Hauptblätterdurchgänge nicht gleich deutlich sind, was er durch den von *διαλλαγή* (Veränderung) abgeleiteten Namen andeuten wollte. Lange Zeit brachte man unter Diallag mehrere als verschieden anerkannte Arten, als Bronzit, Schillerspath und Smaragdit: Diallage fibrolaminaire, metalloide und verte; gegenwärtig versteht man darunter nur eine Abart des Augit. (s. d.) Analysen verschiedener Varietäten von Köhler und Regnault in Pogg. Ann. XIII. 401. XLVI. 297. B.

Dialursäure erhält man, wenn man eine kochende Auflö-

sung von Alloxan mit Schwefelwasserstoff zersetzt und die Flüssigkeit dann mit Ammoniak sättiget. — In diesem Ammoniaksalz hat sie die Zusammensetzung $N_4C_8H_8O_8$.
M.

Diamant, *ἀδάμας*, (lat. adamas), d. i. unüberwindlich, bei den Griechen. Diamanten sind bis jetzt nur lose im Sand der Flüsse und Ebenen gefunden worden, nirgend in festem Gestein, so viel man ein solches Vorkommen auch gesucht hat. Im Alterthum kannte man nur indische Diamanten, die man gegenwärtig besonders am Pennarfluss, am unteren Kistna bei Ellore, bei Golconda, Sumpulpur, und im Bundelkund bei Punnah findet. Im südlichen Indien ist nach Voysey das Muttergestein eine Sandsteinbreccie der Thonschieferformation, im Bundelkund nach J. Franklin ein Sandstein, der dem new red sandstone der Engländer entspricht. Auch auf Borneo kommen Diamanten im Goldsande vor. Die brasilianischen Diamanten fand man zuerst 1727 in einigen Bächen des Districts von Serro do Frio, wo man sie anfänglich nicht erkannte, und die Steinchen wegen ihres Glanzes als Spielmarken gebrauchte. Sie finden sich hier, so weit die Formation des Itacolumits, eines quarzreichen Glimmerschiefers, reicht, und zwar in einem brauneisensteinreichen Sandstein-Conglomerat, Cascalhø genannt, zumal am Jequetinhonha und Prado sowohl in den Flüssen als auch in der Dammerde. Die Aehnlichkeit der geognostischen Verhältnisse am Ural mit den Diamantdistricten Brasiliens rief die Vermuthung hervor, dass auch am Ural sich Diamanten finden dürften, deren Aufsuchung A. v. Humboldt eifrig betrieb. 1829 fand man denn auch deren am westlichen Abhange des Gebirges in den Bächen der Koiwa und am Bissersk. 1833 wurden auch einige Diamanten im Goldsande des Gumel in der Provinz Constantine entdeckt. Pogg. Ann. XX. 524. XXXII. 480. — Man erhält sie aus dem Sande durch Fortwaschen der leichteren erdigen Theile und Auslesen aus den rückständigen größeren Kieseln.

Eigenschaften. Die Diamanten kommen in Körnern und Krystallen vor, letztere gehören dem regelmässigen Systeme an, haben meist eine rauhe Oberfläche, sind wasserhell und grünlich, gelblich oder bräunlich, zuweilen röthlich, selten fast schwarz. Die ersteren sind vollkommen durchsichtig, die letzten nur durchscheinend. Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach den Octaëderflächen; ihre Oberfläche ist glattflächig und stark glänzend beim Octaëder, mit bogigen Flächen und rauh beim Dodecaëder, Acht- und Vierundzwanzigfläch und anderen. Der Diamant ist der härteste aller bekannten Körper, Nichtleiter der Electricität, wird beim Erwärmen polar-elektrisch, durch Bestrahlung von der Sonne phosphorescirend im Dunkeln; spec. Gew. 3,5—3,55; spec. Wärme 0,14687 (Regnault) oder 0,1192 (de la Rive und Marcet). — Brewster entdeckte in Diamantkrystallen zahlreiche kleine Höhlungen, um welche herum die Masse, wie er durch die optische Untersuchung fand, dichter ist als in den übrigen Theilen. Er schliesst hieraus, dass diess von einer von den Höhlungen aus wirkenden Compressionskraft herrühre, der Diamant sich ehemals in einem weichen Zustand wie halb eingetrocknetes Gummi befunden habe, und wahrscheinlich vegetabilischen Ursprungs sey. (Pogg. Ann. VII. 484. XXXVI. 563.)

Später beobachtete Brewster an einigen Diamanten doppelte Strahlenbrechung, die man bei Krystallen des regulären Systems nicht erwartet. Bei näherer Untersuchung entdeckte er eine grosse Menge paralleler Striche, welche anzudeuten schienen, dass der ganze Diamant aus vielen Schichten von ungleicher Brechbarkeit bestehe. Trécourt und Oberhäuser, welche diese Linien schon früher gefunden zu haben angeben, halten sie für Kanäle, die bei der Krystallisation leer geblieben sind. Mac-Cullagh glaubt, es lasse sich die Doppelbrechung beim Diamanten dadurch erklären, dass man annimmt, es werde das durch einen Diamanten gehende Licht elliptisch polarisirt, wie diess bei Goldblättchen der Fall ist. Er wurde auf diese sehr wahrscheinliche Ansicht durch die von ihm und Airy beobachtete merkwürdige Thatsache geführt, dass das Licht bei seiner Reflexion auf der Oberfläche des Diamanten eine Phasenveränderung erleidet, und wie bei den Metallen elliptisch polarisirt wird. Pogg. Ann. XLIII. 242. XLIV. 544. Berzelius Jahresber. XIX. 37.

Dass der Diamant ein brennbarer Körper sey, schloss Newton schon aus der starken Lichtbrechung desselben. Auf Veranlassung Cosmus III., Grossherzogs von Toscana, wurden 1694 im Focus von Brennsiegeln die ersten D. verbrannt, und Lavoisier bewies 1776, dass sich Kohlensäure hierbei erzeuge. Der Diamant ist reiner krystallisirter Kohlenstoff, angezündet brennt er in atmosphärischer Luft nicht fort, wohl aber in Sauerstoff, ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Am besten bewerkstelligt man die Verbrennung, wenn man an das eine Ende eines Pfeifenstiels einen Diamanten mittelst Gyps ankittet, das andere Ende auf die umgebogene Spitze eines mässig starken Drathes steckt, und den Diamant, nachdem man ihn in einer von Sauerstoff gespeisten Spiritusflamme bis zum Glühen erhitzt hat, schnell in eine Glocke mit Sauerstoff bringt. Von Säuren wird der Diamant nicht angegriffen, und von der stärksten Hitze nicht geschmolzen.

Anwendung. Die Alten trugen die Diamanten nicht sowohl zum Schmuck, sondern als Amulet, da sie glaubten, er sey ein Gegengift und bewirke Stolz und Edelsinn. Später polirte man die natürlichen Flächen des Octaëders, die schon für sich lebhaft glänzen. Solche Diamanten hiessen Spitzsteine. Die Kunst, ihn zu schleifen, wurde erst 1475 von Ludwig v. Berghen zu Brügge erfunden, und Carl der Kühne war der erste, der einen geschliffenen Diamanten trug. Die Form der geschliffenen ist der Brillant und die Rosette, jener der werthvollere Schnitt, den tadelfreie Steine erhalten. Der Werth der Diamanten richtet sich nach ihrer Grösse, Farbe und Reinheit. Die vollkommen wasserhellen heissen vom ersten Wasser; wenn sie Flocken oder Federn zeigen, übrigens aber klar sind, vom zweiten Wasser, und vom dritten, wenn sie überhaupt trübe und dunkler gefärbt sind. In Betreff der Farbe stehen die farblosen oben an, unter den gefärbten haben die rosenfarbenen den Vorzug. Die Grösse bestimmt den Werth der Diamanten, wobei man sie wiegt, das Preuss. Loth in 72 Karat theilt, und nun den Preis eines einkaratigen Steins, der nach Farbe und Reinheit verschieden sein kann, mit dem Quadrat der Karatzahl multiplicirt, wiewohl bei Steinen von mehr als 10 Karat Gewicht der Werth über die nach dieser Methode

gefundenen Zahl desto mehr hinausgeht, je grösser der Stein ist. Die bedeutendsten Diamanten sind: der auf Borneo gefundene und dem Radscha von Matan daselbst gehörige, der 367 Karat schwer, eiförmig und vom ersten Wasser ist. Der im Schatz des Grossmoguls befindlich gewesene, als Rosette geschliffene und bis auf einen Fleck am Rande ganz hell, wog 279½ Karat. Zwei andere, im Besitz des Schah von Persien haben das Gewicht von 252 und 162 Karat. Der grösste Diamant in Europa befindet sich an der Spitze des kaiserlichen Scepters in Petersburg. Er wiegt 194½ Karat, ist vollkommen rein, fast halbkuglig, voller Facetten. Er hat 10 Linien Höhe und 15½ Linien unteren Durchmesser. Im Schatz zu Wien befindet sich ein Diamant, 139½ Karat schwer, rein, aber etwas gelblich. Man vermuthet, dass diess derselbe sey, den Carl der Kühne in der Schlacht bei Granson verlor. Der Regent oder Pitt, in der französischen Krone, welchen der Herzog von Orleans als Regent von einem Engländer Pitt kaufte, ist als Brillant geschliffen, vom ersten Wasser und 136 Karat schwer. Der berühmte Diamant im Schatze zu Lissabon, der roh und birnförmig ist und ein Gewicht von 1680 Karat, d. i. ¾ Pfund, hat, soll ein Topas sein. Den 6400 Karat schweren Diamanten des wunderlichen Beireiss, den seiner Angabe nach der chinesische Kaiser bei ihm versetzt hatte, hat Niemand gesehen. (G. Rose: Mineralog.-geogn. Reise nach dem Ural. I. 50.)

Die unreinen Diamanten werden gepulvert und zum Schleifen der klaren gebraucht. Solches Pulver heisst Diamantbord. Oder sie werden zum Bohren und Graviren in andere Steine benutzt, namentlich zum Glasschneiden. Zu diesem Zweck müssen sie gebogene Flächen haben, damit sie nicht allein das Glas ritzen, sondern dasselbe auch spalten. In England hat man auch versucht, die reinen zu Linsen anzuwenden, wozu sie sich wegen ihres starken Lichtbrechungsvermögens sehr gut eignen, aber der grossen Härte wegen schwer zu schleifen und daher sehr theuer sind. (Pogg. Ann. XV. 517.)

Die Versuche, Diamanten auf künstlichem Wege zu erhalten, sind noch zu keinem günstigen Resultat gekommen. Pogg. Ann. XV. 311. XIV. 535. XVII. 482. B.

Dianenbaum heisst die baumähnliche, aus kleinen Silberkrystallen bestehende Vegetation, die sich bildet, wenn man eins der gewöhnlichen unedlen Metalle in eine Silberauflösung stellt, z. B. Zink in salpetersaures Silberoxyd. Die Ursache dieser Erscheinung s. Bleibaum. Fischer in Pogg. Ann. IV. 291. VI. 43. 51. VIII. 490. B.

Diaphan s. durchsichtig.

Diaphanometer, eine von Saussure herrührende Vorrichtung zur Messung der Durchsichtigkeit der Atmosphäre. Es besteht aus zwei schwarz gefärbten Kreisen, die auf die Mitte weisser Scheiben von einem etwa dreimal so grossen Durchmesser geklebt sind, und von denen die kleinere 2", die grössere 2' im Durchmesser hat. Beide Scheiben werden so neben einander gestellt, dass sie gleich beleuchtet sind, und dann die Entfernungen gemessen, in denen die schwarzen Kreise verschwinden. Verschwindet der kleinere in der

Entfernung a , der grössere in der Entfernung b , so ist bei vollkommen durchsichtiger Luft $b = 12a$, weil nur bei diesem Entfernungsverhältniss die scheinbare Grösse beider dieselbe ist. Findet sich nun beim Versuch $b = ma$, so hat das Licht beim Durchgange durch den Raum $b - a$ nur noch $\frac{1}{m}$ seiner anfänglichen Stärke, und somit lässt sich die Grösse der Durchsichtigkeit bestimmen, sobald man die Abhängigkeit des Lichtverlustes von dem durchlaufenen Wege kennt. R.

Diaphragma s. Blendung.

Diaspor bildet krystallinische Massen, die sich nach einer Säule von 130° spalten lassen, von weisser, gelblicher oder rothgelber Farbe, härter als Apatit, spec. Gew. 3,43. Beim Erhitzen im Kolben zerknistert er heftig, worauf der Name, von $\delta\iota\alpha\sigma\pi\omicron\rho\acute{\alpha}$, Verstreuung, sich bezieht, und zerfällt in glänzend weisse Schuppen. Vor dem Löthrohr auf Kohle unschmelzbar. Er ist nach Hess Thonerdehydrat,

Al_2H_3 , enthält aber meist Eisenoxyd, das indess nicht zu seiner Zusammensetzung gehört, und mit Salzsäure ausgezogen werden kann. Er kommt bei Miask in Sibirien vor, und nach Brogniart auch zu Broddbo in Schweden, woher der zuerst untersuchte Diaspor stammen soll, dessen Fundort lange unbekannt war. Pogg. Ann. XVIII. 255. XXV. 323. Berzelius Jahresber. XVIII. 224. B.

Diastase, Diastas (von $\delta\iota\alpha\sigma\tau\alpha\sigma\iota\varsigma$), von Persoz und Payen in der gekeimten Gerste, dem Malze, entdeckt, in welchem sie durch den Keimungsprocess und während desselben gebildet wird. Um sie darzustellen, wird frisches Malz gequetscht, und nach gehöriger Befechtung ausgepresst. Die Flüssigkeit wird durch Alkohol vom Pflanzeneiweiss befreit, und aus ihr dann durch einen grösseren Zusatz von Alkohol die Diastase niedergeschlagen. Diess wird mehrmals in Wasser gelöst, und durch Alkohol gefällt, dann auf einer Porzellanschale ausgebreitet und bei $40-50^\circ$ getrocknet, am besten im Luftstrom. Obgleich es in diesem Zustande ein Gemenge von verschiedenen Substanzen wohl noch darstellt, so ist die Hauptsubstanz darin doch die eigenthümliche, welche eine entschiedene Wirkung auf die Stärke ausübt. Getrocknet ist es weiss, fest, in Wasser nicht, in Alkohol (0,93 spec. Gew. löst es auf) löslich; geht keine Verbindungen mit Bleioxyd ein; wird an der Luft, namentlich an feuchter, leicht sauer. Die spirituöse Auflösung verändert sich nicht. Wahrscheinlich enthält es Stickstoff, doch wenig. Bei $65-70^\circ$ wirkt die wässerige Lösung der Diastase eben so wie die Mineralsäure im verdünnten Zustande auf die Stärke; die Hüllen derselben werden zersprengt, und die Stärke wird zuerst in Dextrin, dann in Zucker verwandelt. Bei 70° wird die Wirkung aufgehoben. Persoz: Ann. de Chim. et de Phys. LI. 73. Vergl. Stärke. M.

Diatherman entspricht in der Wärmelehre der Vorstellung des durchsichtigen in der Lichtlehre. Die von strahlender Wärme durchdringlichen Körper werden nämlich von Melloni diathermane

genannt, während althermane hingegen die genannt werden, welche strahlende Wärme in ihrem Fortgange verhindern, sich also in Beziehung auf strahlende Wärme wie undurchsichtige in Beziehung auf Licht verhalten. So wie aber klare, farblose Medien von Lichtquellen jeder beliebigen Farbe in gleicher Weise durchstrahlt werden, farbige Medien dagegen die Strahlen gleichfarbiger Quellen hindurchlassen, die Strahlen andersfarbiger hingegen zurückweisen; so giebt es auch für die strahlende Wärme Körper, welche für die Strahlen verschiedener Wärmequellen eine sehr verschiedene Durchstrahlbarkeit zeigen. Diese partielle Diathermanität oder auswählende Absorption hat Melloni Diathermansie genannt. In Beziehung auf diese Eigenschaften hat Melloni nachfolgende Sätze durch mannigfache Versuche erwiesen:

1) Das Vermögen der Körper, Wärmestrahlen hindurchzulassen, steht in keiner Beziehung zur Durchsichtigkeit derselben, so dass vollkommen undurchsichtige Körper, wie schwarzes Glas und schwarzer Glimmer dennoch eine merkbare Wärmemenge hindurchlassen, hingegen durchsichtige, wie Alaun, sie fast vollkommen zurückhalten.

2) Für dieselbe Substanz ist die durchgelassene Wärmemenge wie bei dem Licht desto grösser, je glatter die Oberfläche ist.

3) Dringen Wärmestrahlen allmählig durch immer grössere Schichten derselben Substanz, so verringern sich die Verluste sehr rasch in dem Maasse, als die Dicke der Substanz um eine constante Grösse zunimmt.

4) Dringen Wärmestrahlen einer und derselben Wärmequelle nach einander durch verschiedene diathermane Substanzen, so werden sie in stärkerem Maasse absorbirt, als wenn sie nach einander durch gleichartige Substanzen gehen, gerade so wie Licht, wenn es nach einander durch verschiedene farbige Substanzen hindurchgeht, eine weit grössere Verdunkelung zeigt, als nach den Wirkungen der Platten einzeln zu erwarten war.

5) Wärme verschiedenartiger Wärmequellen, welche direct gleiche Temperaturerhöhung hervorbringt, wird von denselben Medien in ungleichem Verhältnisse absorbirt.

6) Die Rolle farbloser Körper für das Licht übernimmt in Beziehung auf die Wärmestrahlen das Steinsalz, welches von den Strahlen aller Wärmequellen in gleichem Maasse durchdrungen wird, so dass die Intensitätsverhältnisse der Wärmestrahlen zweier Wärmequellen nach Durchstrahlung einer Steinsalzplatte dieselben bleiben, als vor ihrem Eintritt in dieselbe.

7) Bei dem Eintritt der Wärmestrahlen in eine diathermane Substanz und bei dem Austritt aus derselben erfahren die Wärmestrahlen eine Reflexion, im ersten Falle eine äussere, im zweiten eine innere. Der durch diese doppelte Reflexion entstehende Verlust beträgt 8 pCt. der auffallenden Menge.

8) Bei dem Uebergang der Wärme aus einem diathermanen Mittel in ein anderes werden die Wärmestrahlen gebrochen. Diese Brechung kann bei dem Austritt aus einem dichteren in ein dünneres Medium unter schiefer Incidenz sich in totale Reflexion verwandeln.

Pogg. Ann. XXXV. 385. und Ann. de Chim et de Phys. LIII. 5. und LV. 337. D.

Diatonischer halber Ton, gleichbedeutend mit: kleine Secunde. s. Halber Ton. S.

Diatonisches System (diatonisches Tongeschlecht, diatonische Tonleiter) pflegt man jede Eintheilung der Octav in sieben Stufen zu nennen, worunter fünf ganze Töne und zwei diatonische halbe Töne sind. S.

Dichroismus nennt man die mehr oder weniger stark hervortretende Eigenschaft der gefärbten doppeltbrechenden Krystalle, in den von gewöhnlich und ungewöhnlich gebrochenen Strahlen gebildeten Spectren Absorptionsverschiedenheiten zu zeigen. Häufig giebt sich diese Verschiedenheit schon in der Färbung zu erkennen, welche die Krystalle, in verschiedenen Richtungen betrachtet, im durchgelassenen und reflectirten Licht darbieten. Sieht man nach der Undulationstheorie die Intensität eines durch ein absorbirendes Medium hindurchgegangenen Lichtstrahls als abhängig an von der Wellenlänge und Schwingungsrichtung, so hat die Erklärung der Erscheinung keine Schwierigkeit, da einer und derselben Farbe bei einerlei Strahlenrichtung in doppeltbrechenden Mitteln verschiedene Wellenlängen und Schwingungsrichtungen zukommen.

Am wichtigsten ist die dichroitische Eigenschaft des Turmalins wegen ihrer Anwendung zu Polarisationsversuchen geworden. Während nämlich bei der braunen Varietät die Intensität des gewöhnlichen Lichts schon nach dem Durchgange durch ein mässig dickes Krystallstück unmerklich wird, zeigt das ungewöhnliche Licht noch eine intensive bräunliche Färbung. Ein senkrecht gegen die Axe geschnittenes Scheibchen erscheint daher, da sich in der Richtung der Axe die ungewöhnlichen Strahlen nicht mehr von den gewöhnlichen unterscheiden, bei nicht zu geringer Dicke undurchsichtig, und ein der Axe parallel geschnittenes Scheibchen lässt nur das ungewöhnliche Licht, und zwar im Maximum der Helligkeit, hindurch.

Das dichroitische Verhalten ist oft bei verschiedenen Individuen desselben Krystalls verschieden. So z. B. fand Brewster zwei Stücke Smaragd im gewöhnlichen Licht gelblichgrün und bläulich, im ungewöhnlichen Licht resp. bläulichgrün und gelb; drei Stücke Beryll im gewöhnlichen Licht bläulichweiss, weisslich, blassgelb, im ungewöhnlichen Licht resp. blau, bläulichgrün, blassgrün etc. — Auch ändern sich zuweilen die beiderlei Spectra mit der Temperatur, ja Brewster fand in vielen Topasstücken erst nach vorhergegangener Erhitzung Dichroismus.

Das Verzeichniss der vielen von Brewster in dichroitischer Hinsicht untersuchten Krystalle findet man in den Phil. Trans. von 1819. R.

Dichroit, Peliom oder Cordierit. Die Krystalle dieses Edelsteins haben zur Grundform eine zweigliedrige Säule von 190° , sind aber gewöhnliche sechsseitige Prismen mit abgestumpfter, sechsseitiger Pyramide. Sie haben eine sehr unvollkommene Spaltbarkeit und eine rauhe, matte Oberfläche. Im Bruch ist der Dichroit muschlig. Er hat die Härte des Quarzes, oder etwas mehr, Glas- oder

Fettglanz, spec. Gew. 2,5—2,6. Er ist gelblich, bläulich grau oder blau in verschiedenem Grade. Der durchsichtige ist, parallel der Axe angesehen, indigblau, senkrecht darauf braun oder grau, worauf sich der von $\delta\epsilon\chi\epsilon\omicron\omicron\varsigma$ (zweifärbig) gebildete Name bezieht. Er hat zwei Axen doppelter Strahlenbrechung, und kann wie der Turmalin zu optischen und mineralogischen Zwecken benutzt werden. (Marx in Pogg. Ann. VIII. 248.) Vor dem Löthrohr schmilzt der Dichroit schwer, und wird nur im fein gepulverten Zustand von Säuren angegriffen. Er ist oft analysirt worden, und besteht aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Talkerde-Eisen-

oxydul nach der Formel $3(\overset{Mg}{Mg}, \overset{Fe}{Fe})_2\overset{Si}{Si}_2 + 8\overset{Al}{Al}\overset{Si}{Si}$, welche v. Kobell nach v. Bonsdorff's Analyse aufgestellt hat. Die wichtigsten Untersuchungen über den Dichroit findet man in Schweigg. Journ. XIV. 316. XXVII. 396. XXXIV. 369.; Berzelius Jahresber. I. 85. VII. 194.; Pogg. Ann. XII. 495. — Der Dichroit kommt vor zu Arendal, Abo, Bodenmais, Orijerfvi in Finnland, in Brasilien und Nordamerika. Schöne Krystalle kommen aus Spanien (Cabo de Gata) und Grönland (Simiutak), Geschiebe von Ceylon. Die klaren Dichroite werden als Schmucksteine benutzt und heissen Wasser- oder Luchssaphire. Wenn sie gross und rein sind, haben sie einen bedeutenden Werth. — Ein Mineral von Abo, das mit dem Dichroit gleiche Zusammensetzung hat, aber durch den Gehalt von 2 At. Wasser sich davon unterscheidet, hat v. Bonsdorff beschrieben in Pogg. Ann. XVIII. 123. B.

Dichtigkeit ist in der Physik die verhältnissmässige Menge des raumerfüllenden Stoffes in Beziehung auf die Grösse des Raumes. Da die Anziehungskraft (Schwere) eine Bestimmung für die sich gegenseitig im Raum verdrängenden Stoffe darbietet, so wird durch das Gewicht die Masse, (s. d.) und durch das specifische Gewicht (s. Gewicht, specifisches) die Dichtigkeit bestimmt. Für die nicht sperrbaren Stoffe (Licht, Wärme, Elektrizität etc.) welche die neuere Physik als Naturthätigkeiten dargestellt hat, findet der Begriff von Dichtigkeit keine Anwendung und wird durch den der Intensität ersetzt. Nach der atomistischen Vorstellungsweise wird die Dichtigkeit durch den geringeren oder grösseren gegenseitigen Abstand der Atome bedingt. Die dynamische Vorstellungsweise würde auch bei der ponderablen Masse den Begriff der Dichtigkeit mit dem der Intensität identificiren. Aenderungen in der Dichtigkeit werden hervorgebracht durch mechanischen Druck, durch Wärme, Krystallisation u. s. w., wovon in den Artikeln: Verdichtung, Verdünnung, Wärme, Krystall etc. ein Mehreres vorkommt. Die Zahl, welche das Verhältniss der Dichtigkeit eines Stoffes zu der des reinen Wassers darstellt, wird specifisches Gewicht genannt. A.

Diësis s. Comma.

Diësbacher Blau heisst das Berlinerblau nach seinem Entdecker Diësbach. s. Cyaneisen. B.

Differentialbarometer, eine von dem Verfasser dieses Artikels vorgeschlagene Einrichtung zur Messung des Luftdrucks, die auf Anwendung des Mariotteschen Gesetzes beruht. Das Wesentliche dieser Vorrichtung besteht darin, dass das Volumen einer abgesperrten Luftmenge genau gemessen und der Druck unter dem dieselbe steht, beobachtet wird. Ist das Gefäss, welches die Luft, die unter dem Atmosphärendruck x steht, aufnimmt, so eingerichtet, dass diese genau auf $\frac{1}{4}$ ihres Volumens durch Druck zurückgeführt werden kann, so wird, wenn jede Temperaturungleichheit vermieden ist, die zur Compression ausser dem Luftdruck noch erforderliche Quecksilbersäule $\frac{1}{4}x$ betragen, da sich der Druck im Verhältniss 4:5 vermehrt haben muss, um jene Compression zu bewirken. Die freie drückende Quecksilbersäule wird also dann in Viertellinien das angeben, was ein gewöhnliches Barometer in ganzen Linien zeigt. Die erste Beschreibung dieses Instruments ist in Poggend. Ann. III. 329. gegeben. Zur Verbesserung desselben sind Vorschläge von Horner gethan (Gehler, Phys. Wörterb., neue Bearb. Differentialb.). Da aber bis jetzt das Instrument nicht in Gebrauch gekommen, enthalten wir uns hier einer ausführlichen Beschreibung. Nur in Hinsicht auf das Princip erwähnen wir noch kurz, dass demselben gemäss auf sehr einfache Weise das beschwerliche Reisebarometer ersetzt werden kann. Ist z. B. eine Röhre heberförmig gebogen, jeder Schenkel 10 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll weit. Ist der eine Schenkel oben durch eine Kugel von etwa 2 Zoll Durchmesser geschlossen, der andere offen, ist der geschlossene an einer Stelle unterhalb der Kugel möglichst genau cylindrisch und das Ganze mit einer Vorrichtung zu senkrechter Aufstellung zur Beobachtung der Temperatur und zur Messung der Quecksilbersäulen in beiden Schenkeln versehen, so dient dieser einfache Apparat zur genauen Bestimmung des Luftdrucks. Giesst man nämlich behutsam, etwa vermittelst eines langröhriigen Trichters, reines Quecksilber in die offene Röhre, so wird es in der geschlossenen nicht so hoch steigen, weil hier die Luft abgesperrt ist. Nun entstehe an der offenen die Quecksilberhöhe b , an der geschlossenen β . Bei einem Zuguss von Quecksilber erhalte man die Anzeigen b' und β' , bei erneuertem Zuguss b'' und β'' . Ist in dieser Zeit der Barometerstand x in der freien Atmosphäre nicht geändert und hat sich auch die Temperatur sowohl in dem abgesperrten Raum als auch in der Umgebung gleichbleibend erhalten, so ist

$$x = \frac{bb'(\beta - \beta') + b'b''(\beta' - \beta'') + b''b(\beta'' - \beta)}{b''(\beta - \beta') + b(\beta' - \beta'') + b'(\beta'' - \beta)}$$

Nach dieser Formel lässt sich aus drei Beobachtungen der Barometerstand x ermitteln. Stellt man deren vier an, so erhält man durch richtige Combination der Gleichungen vier Werthe für x , aus denen das Mittel zu nehmen ist. Wenn der Messapparat Hundertel der Linien bemerklich macht, so ist diese Methode mehr zuverlässig. Es muss dafür gesorgt werden, dass die eingeschlossene, der Compression unterworfenen Luft möglichst trocken sey. Es lässt sich aber auch leicht ein Verschluss der Röhre angeben, durch welche die einmal in derselben befindliche Luft in ihr enthalten bleibt, so dass die äussere feuchte Luft keinen Zutritt erhält. A.

Differentialthermometer, ein von Leslie und Rumford gleichzeitig angegebener thermoskopischer Apparat, welchen aber bereits Sturm in seinem Collegium experimentale curiosum; Nürnberg 1776. p. 49. beschreibt. Die verschiedenen Formen und Anwendungen des Leslieschen Apparats sind beschrieben in Leslie, experimental inquiry in to the nature and propagation of heat; London 1804, und: Kurzer Bericht von Versuchen und Instrumenten, die sich auf das Verhalten der Luft zur Wärme und Feuchtigkeit beziehen. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einer U-förmig gebogenen, in zwei Kugeln endenden Glasröhre, deren Luftmengen durch eine Flüssigkeit (am besten mit Carmin gefüllte Schwefelsäure) getrennt sind. Bei gleicher Wärme beider Kugeln steht die trennende Flüssigkeit am Nullpunkt der Scale. Wird die eine Kugel stärker erwärmt als die andere, so treibt die gesteigerte Elasticität der Luft derselben die Flüssigkeit so lange fort, bis die dadurch verdichtete Luft der andern Kugel einen gleichen Gegendruck ausübt. Rumford's Thermoskop unterscheidet sich nur dadurch, dass bei ihm die Scale an den horizontalen Theil der Röhre angebracht ist, während bei Leslie diese sich neben dem einen der senkrechten Schenkel befindet. Die verschiedenartigen, freilich mitunter unpassenden Anwendungen des Instruments sind aber Leslie eigenthümlich. Als Psychrometer bediente er sich desselben, indem er auf der einen Kugel Wasser verdampfen liess. Böckmann substituirt dafür später passender zwei getrennte Thermometer, von denen die Kugel des einen nass, die des andern trocken erhalten wurde. Als Photometer wandte Leslie es an, indem er durch die Erwärmung der einen geschwärzten, von der Sonne oder Tageshelle bestrahlten Kugel die Luft der durchsichtigen Kugel zusammendrücken liess; als Pyrometer endlich, indem er die Strahlung einer Wärmequelle gleichzeitig auf die beiden Kugeln wirken liess, von denen die eine mit Tusche geschwärzt war, die andere hingegen der Wärmequelle eine metallisch glänzende Oberfläche darbot. Endlich hat Leslie den Namen Aethrioskop einem Differentialthermometer gegeben, dessen eine Kugel sich im Brennpunkt eines gut polirten Spiegels befindet, während die andere ganz von einer auswendig glänzend polirten Messingkugel eingeschlossen ist, deren Innenwand sie nicht berührt. Die Glaskugeln sind hier an einer nicht umgebogenen, geradlinigen Röhre angeblasen, und die trennende Flüssigkeit wird durch die Capillarität der engen Röhre getragen. Richtet man den Spiegel gegen den freien Himmel, so entsteht durch Ausstrahlen des Thermometers gegen den Spiegel und von diesem nach dem Himmel eine Temperaturniedrigung, welche als Maass für die Heiterkeit des Himmels gilt nach der von Wollaston zuerst beobachteten Thatsache, dass ein im Brennpunkt eines Spiegels aufgestelltes Thermometer dem freien Himmel zugewendet, Kälte anzeigt.

Melloni hat neuerdings gezeigt, dass der von Leslie angegebene Apparat in vielen von diesem gemachten Anwendungen zu ganz falschen Schlüssen Veranlassung gegeben hat. Da nämlich Glas die Strahlen verschiedener Wärmequellen in ungleichem Maasse durchlässt, so gestatten die mit dem Differentialthermometer durch Bestrahlung dieser Quellen erhaltenen Angaben eben keinen Schluss auf die

Intensität dieser Quellen, und sie fallen daher ganz anders an einem Apparate aus, bei welchem die Strahlen die thermoskopische Substanz treffen, ohne einen Glasschirm durchdringen zu haben. In allen solchen Untersuchungen muss daher eine mit Kienruss bedeckte Thermosäule, verbunden mit einem empfindlichen Multiplikator, angewendet werden. D.

Diffraction s. Beugung.

Diffusion. Man versteht darunter das langsame Zusammenströmen zweier durch eine poröse Wand getrennter entweder tropfbarer oder gasartiger Flüssigkeiten. In Beziehung auf Gasarten hat Graham folgendes nach ihm benannte Gesetz aufgestellt:

Wenn zwei Gase, welche keine chemische Wirkung auf einander äussern, durch eine poröse Scheidewand getrennt sind, so dringen Volume von jedem durch diese Wand, welche sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus der Dichte der beiden Gase verhalten, wenn nämlich der Druck der Gase während dieses Austausches gleich erhalten wird.

Die trennende Wand war in den Versuchen von Graham ein bei 200° F. getrockneter Gypsplock. Eine an beiden Seiten offene Röhre wurde an ihrem oberen Ende durch diesen Plock verschlossen und mit Gas gefüllt, unten in eine Sperrflüssigkeit getaucht, so dass, während das Gas durch den Gyps entwich und an seine Stelle atmosphärische Luft eintrat, diese Sperrflüssigkeit innerhalb und ausserhalb der Röhre gleich blieb, welches durch verschiedenes tiefes Eintauchen der Röhre hervorgebracht wurde. Bezeichnet man mit v das Volumen, bei welchem keine Veränderung des Niveaus der Sperrflüssigkeit stattfindet, d. h. das Volumen atmosphärischer Luft, welches das vorhandene Gasvolumen vollkommen ersetzt hat, mit v dieses ausgetretene Gasvolumen, dessen Dichtigkeit = δ , so ist

$$v = \sqrt{\frac{1}{\delta}}$$

Die Versuche ergeben:

Gase.	Spec. Gew. δ .	$\sqrt{\frac{1}{\delta}}$	Beobachtete Volumen. v .
Wasserstoff	0,0688	3,8149	3,83
Kohlenwasserstoff	0,555	1,3414	1,344
Ölbildendes Gas	0,972	1,0140	1,0191
Kohlenoxyd	0,972	1,0140	1,0149
Stickgas	0,972	1,0140	1,0143
Sauerstoff	1,111	0,9447	0,9487
Schwefelwasserstoff	1,1805	0,9204	0,95
Stickstoffoxydul	1,527	0,8091	0,82
Kohlensäure	1,527	0,8091	0,812
Schweflige Säure	2,222	0,6708	0,68

Gesunde Korkstöpsel, dünne Blätter von biegsamem Dolomit, von Steinkohlen und von Holz zeigen die Erscheinung ungestört, aber langsamer als Gyps, feuchte thierische Blase wirkt zwanzigmal langsamer als ein Gypsplock von 1 Zoll Dicke. (Pogg. Ann. XXVIII. 331.)

Für das Zusammenströmen flüssiger Körper giebt hingegen Je- richau (Pogg. Ann. XXXIV. 613.) nach sämmtlichen hierüber aufgestellten Versuchen folgende Regeln:

1) Das Zusammenströmen geschieht immer so, dass gleichzeitig von beiden getrennten Flüssigkeiten Theile durch die Lamelle gehen.

2) Das Verhältniss der Volume, welche von beiden Flüssigkeiten in gleicher Zeit durch die Lamelle gehen, ist abhängig von der Natur der Flüssigkeiten und der Scheidewand, so wie von der Temperatur. Es ist also keineswegs eine nothwendige Bedingung, dass von der einen Flüssigkeit ein grösseres Volumen als von der andern hindurchgehe, oder dass an der einen Seite eine Vergrösserung des Volumens eintrete.

3) Bei tropfbaren Flüssigkeiten findet kein dem Graham'schen für Gasarten analoges Gesetz statt, wenigstens nicht bei Auflösungen. Trennt man z. B. gleiche Volume einer gesättigten Kochsalzauflösung und Zuckerauflösung von 1,078 durch eine Blase, so nimmt anfangs die erstere an Volumen zu, verliert aber, indem Salz an die Zuckerauflösung übergeht, am specifischen Gewicht in stärkerem Grade als nach dem Mischungsverhältniss der Fall sein würde; späterhin wächst dagegen wiederum das specifische Gewicht der Kochsalzauflösung unter fortgesetztem Zuströmen.

4) Das Verhältniss der Höhen, zu welchen Flüssigkeiten in Haarröhrchen ansteigen, geht nicht immer parallel dem Verhältniss des Zuströmens.

5) Das Zuströmen geschieht nicht bloss durch feste poröse Lamellen, sondern auch durch einen kurzen Kanal zwischen Quecksilber und Glas.

6) Der durch chemische Wirkung hervorgebrachte elektrische Strom kann das Zusammenströmungsverhältniss abändern, aber diess geschieht nur in so weit er Säuren, Alkalien und Salze ausscheidet. D.

Digeriren, einen Körper mit einer Flüssigkeit übergiessen und hinstellen, damit dieselbe auf ihn einwirke. Oft setzt man beide einer mässigen Wärme aus, um die Einwirkung zu beschleunigen oder vollständiger zu machen. B.

Digestivsalz, älterer Name für Chlorkalium. B.

Digestor, Papinischer Topf, ist ein verschliessbarer Kessel, welcher zuerst von Papin angewendet wurde, um in demselben Knochen in höherer Temperatur zu kochen und so durch Auflösung der Knorpel eine wohlfeile Suppe zu bereiten. Später hat Proust gezeigt, dass man nur nöthig hat, die Knochen zu zerkleinern, um bei gewöhnlicher Siedhitze die Knorpel aufzulösen, doch ist wegen der langsameren Auflösung der Verbrauch an Brennmaterial weit beträchtlicher. Am zweckmässigsten ist wohl die Methode von d'Arcet, die

Knochen zuerst mit kaustischer Kalilauge zu behandeln um das Fett auszuziehen, dann zu zerkleinern, und in einem Cylinder den Dämpfen von kochendem Wasser unter einem Druck von 900 Millimeter auszusetzen, wobei eine concentrirte Auflösung von Knochengallerte so lange abfließt, als noch ungelöster Knorpel vorhanden ist. Rr.

Digestorium, eine Feuerung, auf welcher eine mit feinem Sand bedeckte eiserne Platte befindlich ist, um Schaalen, Kolben u. dgl. mehr zum Abdampfen oder Digeriren darauf zu stellen. B.

Digitalin, ein Alkaloid aus *Digitalis purpurea*, krystallinisch und von scharfem Geschmack. Vergl. Ann. der Pharm. XII. 251. M.

Dillöl (*Anethum graveolens*), blassgelb von Farbe, hat ein spec. Gew. von 0,881, erstarrt leicht und kocht bei einer Temperatur von 187—193° C. M.

Dimorphie, Dimorphismus, (von *δύο* zweifach und *μορφή* Gestalt), bezeichnet die Fähigkeit mehrerer Substanzen, in zwei verschiedenen Krystallformen vorzukommen, wobei auch die übrigen physikalischen Eigenschaften mehr oder weniger verschieden sind. In einigen Fällen kennen wir die Umstände, unter denen die eine oder die andere Form entsteht, und können sie gewissermaassen willkürlich hervorbringen. Dazu gehören der Schwefel. Aus Auflösungen, also bei gewöhnlicher Temperatur, schießt er in zweigliedrigen Octaedern an, geschmolzen und bei 111° erstarrend in (2+1)gliedrigen Säulen (Mitscherlich in Pogg. Ann. VII. 528.) Vergl. Marchand u. Scheerer im Journ. f. prakt. Chem. XXIV. 129. Quecksilberjodid wird in rothen quadratischen Tafeln beim Krystallisiren aus einer Lösung in Jodkalium erhalten (Mitscherlich); beim Sublimiren in zweigliedrigen gelben Tafeln, die beim Reiben oder Ritzen mit einer sichtbaren Bewegung in der Krystallmasse roth werden (Hayes). Frankenheim hat gezeigt, dass bei sehr vorsichtig geleiteter Erwärmung beide mit Beibehaltung ihrer Form und Farbe neben einander können sublimirt werden. (Pogg. Ann. XXVIII. 116. Journ. f. prakt. Chem. XVI. 1.) Kohlensaure Kalkerde krystallisirt aus einer heissen Auflösung in rhombischen Säulen, Arragonit, bei gewöhnlicher Temperatur in Kalkspathrhomboedern. (G. Rose in Pogg. Ann. XLII. 353.) Schwefelsaures Nickeloxyd setzt sich aus einer nicht erwärmten Auflösung in rhombischen Säulen ab, die in der Wärme und im Sonnenlicht trübe werden, und beim Zerbrecen sich dann als ein Aggregat vieler Quadratoctäeder zeigen. Eben so verhält sich das selensaure Zinkoxyd (Mitscherlich). Die quadratischen Krystalle des schwefelsauren Nickeloxys erhält man auch aus einer mit Schwefelsäure sauer gemachten Auflösung, aus einer wässerigen dagegen die rhombischen (Brooke). Bei schwefelsaurem Zinkoxyd und schwefelsaurer Talkerde fand Mitscherlich, dass die gewöhnlichen prismatischen Krystalle beim Erwärmen bis zu 40° R. sich trüben und in hemiprismatische oder (2+1)gliedrige zerfallen, ohne Wasser zu verlieren. Pogg. Ann. VI. 191. X. 338. XI. 175. 326.

In anderen Fällen ist uns über die bei der Entstehung zweier verschiedener Krystallformen obwaltenden Umstände nichts bekannt. So bei Rutil und Anatas, die beide Titansäure sind. Die Krystalle des Rutil sind quadratische Säulen, deren Blätterbruch parallel den Säulenflächen und den Diagonalen ist, die des Anatas Quadratoctaëder, worin der Blätterbruch den Octaëderflächen parallel geht. Zweifach Schwefeleisen im Schwefelkies regulär, im Wasserkies zweigliedrig. Schwefelkupfer zweigliedrig im Kupferglanz, reguläre Octaëder im künstlichen. Kohlenstoff gleichgliedrig im Diamant, sechsgliedrig im Graphit. Kupferoxydul regulär als Rothkupfererz, sechsgliedrig in der Kupferblüthe. Granat regelmässig, Vesuvian viergliedrig, beide von gleicher Zusammensetzung.

Wie die Kalkerde sind auch Eisenoxydul und Bleioxyd in Verbindung mit Kohlensäure dimorph, und zwar so, dass sie in der einen Form das Kalkspathrhomboëder, in der anderen den Arragonit wiederholen, mit unerheblichen, noch nicht 2° betragenden Winkel-differenzen. Die zwei Reihen von Mineralien, die dadurch entstehen, sind: Kalkspath, Spatheisenstein, Plumbo-Calcit, (kohlensaure Kalkerde + kohlensaures Bleioxyd) und: Arragonit, Junckerit, Weissbleierz, worin in derselben Folge Kalkerde, Eisenoxydul und Bleioxyd die Basen sind. (Pogg. Ann. XXXIV. 668.) Aehnlich verhalten sich Antimonoxyd und arsenige Säure. Diese bildet gewöhnlich reguläre Octaëder; in einem Kobaltröstofen fand man sie in rhombischen Säulen sublimirt. Das Antimonoxyd kommt in der Natur in denselben rhombischen Säulen vor, und wurde auf einer Harzer Hütte in regulären Octaëdern beobachtet (Pogg. Ann. XXVI. 177. 180. XXVII. 698.) Solche zugleich isomorphe und dimorphe Substanzen sind nach Johnston's Vorschlag isodimorph genannt worden.

Der Dimorphismus bezieht sich nur auf krystallisirte Körper, und Substanzen, die nur in einer Form krystallisiren, aber auch im amorphen Zustand vorkommen, sollten nicht dimorph genannt werden, wie bisweilen geschieht. Der Dimorphismus ist ein besonderer Fall der Isomerie (s. d.), und man sucht ihn, wie diese, durch die Annahme einer verschiedenen Anordnung der Atome zu erklären. Vergl. Krystall. B.

Dinte s. Tinte.

Diopsid, eine Varietät des Augit. (s. d.) Der Name (von *διωπης* Durchsichtigkeit) bezieht sich auf die Durchsichtigkeit der Krystalle. B.

Dioplas oder Kupfersmaragd. Dieses seltene Mineral wurde von einem bucharischen Kaufmann Achir Mehmed im Lande der mittleren Kirgisenhorde entdeckt und von bucharischen Handelsleuten für Smaragd ausgegeben. Die Krystalle sind Rhomboëder von 126° 17' über den Gipfelkanten, gewöhnlich säulenförmig, einzeln und zu Drusen gruppirt, spaltbar parallel den Rhomboëderflächen, von Apatilhärte, smaragdgrün, glasglänzend und durchsichtig oder durchscheinend, spec. Gew. 3,2—3,3. Den von *διωπης* (Spion) abgeleiteten Namen gab Haüy, weil die oft durchscheinenden Spaltungsrichtungen die Kernform verrathen. Der Dioplas ist nach Hess wasserhal-

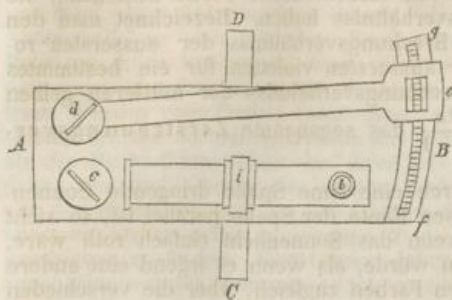
tiges $\frac{3}{4}$ kieselsaures Kupferoxyd, $\dot{C}u_3\ddot{S}i_2 + 3H$. (Pogg. Ann. XVI. p. 360.) B.

Dioptrik ist derjenige Theil der Optik, welcher sich mit den Erscheinungen der durch Brechung bewirkten Strahlenrichtung beschäftigt, und namentlich auch die Construction und Theorie der Fernröhre und Mikroskope, deren Objective keine Spiegel sind, in sich schliesst. R.

Diorit oder Grünstein ist ein inniges, körniges Gemenge von Albit und Hornblende. Die Felsart hat eine dunkelgrüne oder schwarze Farbe, ist sehr hart und fest, und enthält oft Magneteisenstein fein eingesprengt. Sind Krystalle von Albit oder Hornblende darin, so heisst das Gestein Grünsteinsporphyr. (G. Rose in Pogg. Ann. XXXIV. 1.) B.

Diploit, ein von Latrobe zuerst nach Europa gebrachtes, auf der Insel Amitok an der Küste von Labrador, gefundenes Mineral. Die unvollkommenen seltenen Krystalle bilden eine (1+1) gliedrige Säule von ungefähr $93\frac{1}{2}^\circ$, gewöhnlicher sind krystallinische und eingesprengte Massen von rosenrother Farbe. Spec. Gew. 2,7 — 2,8, Härte zwischen Apatit und Feldspath. Es besteht aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurer Kali-Kalkerde entsprechend, (nach C. G. Gmelin) der Formel $(\dot{C}a, \dot{K})^3\ddot{S}i + 5\ddot{A}l\ddot{S}i$. Die Farbe rührt von 3—4 Procent Manganoxydul her. Pogg. Ann. III. 68. B.

Dipsector. Den Winkel, welchen die vom Auge eines Beobachters nach einem äussersten Punkt des von der See begrenzten Horizonts gehende gerade Linie mit der Ebene des Horizonts bildet, nennt man die wahre Depression des Horizonts. Es wächst dieselbe also mit der Höhe des Beobachters über der Oberfläche des Meeres. Ist nun die dicht über dem Meere lagernde Luft wärmer oder kälter als die in geringer Entfernung über demselben befindliche, so beschreibt der von jenem äussersten Punkt zum Auge kommende Lichtstrahl im ersten Fall eine nach unten convexe krumme Linie wegen der mit der Höhe zunehmenden brechenden Kraft der Luft, im zweiten Fall wegen des entgegengesetzten Verhaltens derselben eine nach oben convexe Curve, so dass in jenem Fall der Horizont tiefer, in diesem Fall höher erscheint, als bei gleichmässiger Dichtigkeit der Luft. Zur Bestimmung der Tiefe, in welcher diesem Umstande zufolge der äusserste Punkt des Horizonts erscheint, und welche man die scheinbare Depression desselben nennt, dient der von Wollaston 1817 erfundene Dipsector, ein Instrument, welches aus einer am Griff *C* oder *D* in vertikaler Ebene zu haltenden Platte *AB* besteht, auf der sich befindet: 1) eine um *d* bewegliche Alhidade *de*, die sich auf dem in wenige Grade getheilten Kreisbogen *fg* verschieben lässt, und bei *d* einen auf *AB* vertikalen und gegen *de* 45° geneigten belegten Spiegel trägt; 2) ein fester Spiegel *c*, dessen obere Hälfte unbelegt ist, und dessen Ebene, gleichfalls senkrecht auf *AB*, mit dem Spiegel *d* einen rechten Winkel bildet,



wenn de auf dem Nullpunkt der Scale steht; 3) ein Fernrohr, dessen Axe mit dem Spiegel c einen Winkel von 45° bildet und dessen Ocular-Einsatz b eine gegen AB senkrechte Richtung hat. Das Fernrohr enthält übrigens in seiner Axe bei b einen Spiegel (so dass sich durch dasselbe die im Spiegel c reflectirten Bilder erken-

nen lassen), und lässt sich auf einem Träger i heben und senken, um mehr oder weniger Strahlen vom belegten oder unbelegten Theil des Spiegels ins Auge lenken zu können.

Beim Gebrauch hält man das Instrument zuerst in einer Vertikal-Ebene so bei C , dass man im Fernrohr durch den unbelegten Theil des Spiegels z. B. den Ostpunkt des Horizonts sieht, und schiebt de nach f so weit herab, dass man gleichzeitig durch den belegten Theil den Westpunkt desselben sieht, dessen Bild von d nach c hingespiegelt wird.

Die Neigung zwischen de und dem Fernrohr, welche die Scale anzeigt, ist das Supplement desjenigen Winkels, welchen die vom Ost- und Westpunkt kommenden Strahlen mit einander bilden (also der doppelten Depression, wenn das Verhalten der Luft nach der Ost- und Westseite hin dasselbe ist). Darauf kehrt man das Instrument um, und wiederholt, dasselbe bei D haltend, die Messung, bei welcher nun natürlich de nach g hin geschoben werden muss. Das Mittel beider Messungen ist alsdann unabhängig vom Indexfehler der Theilung, und giebt das Doppelte der zu bestimmenden Depression. K.

Dipyr oder Schmelzstein, ein lichtgraues Mineral, das in Härte und Gewicht mit dem Skapolith übereinstimmt, und von Mehreren auch dazu gerechnet wird. Es findet sich bei Mauléon in den Pyrenäen in einem thonigen Gestein, und besteht nach Vauquelin aus 24 Thonerde, 10 Kalk, 60 Kieselsäure, 2 Wasser. B.

Dispersion. Ein Strahl weissen Lichts, welcher schief auf eine brechende Fläche fällt, bleibt nach der Brechung nicht mehr einfach, sondern spaltet sich in eine unendliche Menge Strahlen, die aber alle in einer Ebene liegen, und von denen der am stärksten abgelenkte violette, der am schwächsten abgelenkte rothes Licht giebt. Die zwischen diesen beiden liegenden Strahlen zeigen nach der Reihe in allmähigen Abstufungen und Uebergängen Violett, Indigblau, Hellblau, Grün, Gelb, Orange, Roth.

Diese Zerfällung des weissen Lichts in farbiges nennt man Dispersion oder Farbenzerstreuung.

Man denkt sich hierbei das weisse Licht aus unendlich vielen

einander parallelen Strahlen von verschiedener Farbe bestehend, die ein verschiedenes Brechungsverhältniss haben. Bezeichnet man den Unterschied zwischen dem Brechungsverhältniss der äussersten rothen Strahlen und dem der äussersten violetten für ein bestimmtes Mittel durch dn , und das Brechungsverhältniss der mittleren gelben Strahlen durch n , so ist $\frac{dn}{n-1}$ das sogenannte Zerstreungsverhältniss dieses Mittels.

Betrachtet man das durch eine feine Spalte dringende Sonnenlicht durch ein Prisma, dessen Kante der Spalte parallel ist, so sieht man, da man die Spalte, wenn das Sonnenlicht einfach roth wäre, an einer andern Stelle sehen würde, als wenn es irgend eine andere einfache Farbe hätte, in allen Farben zugleich, aber die verschieden gefärbten Spaltenbilder alle nebeneinander. Es erscheint also nicht eine weisse Lichtlinie, sondern unzählig viel neben einander liegende farbige Linien, die eine langgezogene ununterbrochene rechteckige Lichtfläche (Spectrum) bilden. Wendet man ein Fernrohr an, so entdeckt man, dass diese Linien nicht ein vollkommen zusammenhängendes Ganzes ausmachen, dass vielmehr die Continuirlichkeit durch unregelmässig gruppirte dunkle Linien unterbrochen ist. Es giebt also zwischen den Werthen der Brechungsverhältnisse der äussersten rothen und violetten Strahlen Werthe, welchen keine Strahlen entsprechen. (Ueber die Ursache dieser Erscheinung vergl. den Art. Undurchsichtigkeit). Da die Lage dieser Linien gegen einander und gegen die Farbengrenzen für alle Mittel dieselbe ist, so bestimmt man nach dem Vorgange Fraunhofers (des Entdeckers dieser Linien), wo es auf grosse Schärfe ankommt, nicht die Brechungsverhältnisse eines Roth, eines Gelb etc., da die Grenzen dieser Farben keine sichere Bestimmung zulassen, sondern die Brechungsverhältnisse an gewissen sich besonders auszeichnenden jener dunklen Linien. Man hat hierzu diejenigen beibehalten, welche Fraunhofer auswählte und durch die Buchstaben **B, C, D, E, F, G, H** bezeichnete. Von diesen liegt **B** im Roth, **H** im Violett. (Vergl. den Artikel Spectrum). Wie man diese Brechungsverhältnisse bestimmt, ist im Artikel Brechungsverhältniss angegeben.

Was die Theorie der Dispersion betrifft, so fand Cauchy,* dass das Brechungsverhältniss n , dessen reciproker Werth die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Sinne der Undulationstheorie ist, mit der Schwingungsdauer T , welche die Farbe des Strahls bestimmt, in einem Zusammenhange steht, der durch eine Gleichung von folgender Form sich ausdrücken lässt:

$$n^2 = a + \frac{b}{T^2} + \frac{c}{T^4} + \frac{d}{T^6} + \dots$$

Es wird demnach jeder Farbe ein anderes Brechungsverhältniss zukommen, und zwar ein um so grösseres, je kleiner die Schwingungsdauer ist.

Da für die Gase und den leeren Raum das Brechungsverhältniss für alle Farben dasselbe ist, so suchte Cauchy nach Bedingungen,

*) Memoire sur la dispersion de la lumière.

unter denen jene Reihe sich nicht mit dem Werth von T ändert, und fand, dass unter andern dieser Fall eintreten würde, wenn die Aethertheilchen sich mit einer Kraft abstossen, welche den vierten Potenzen ihrer Entfernung umgekehrt proportional ist. Jene Reihe convergirt übrigens so rasch, dass die aus Beobachtungen abgeleiteten Werthe von T nicht mehr genau genug sind, um dem vierten Gliede Werthe zu geben, welche die Werthe von n um mehr ändern, als die Beobachtungsfehler bei ihrer directen Bestimmung. Man hat daher nur drei Glieder der obigen Reihe für numerische Rechnungen beizubehalten, und für jedes Mittel die Constanten a, b, c zu bestimmen, um zu jedem gegebenen T d. h. zu jeder Farbe, das zugehörige n zu finden. Kennt man daher für 3 Werthe von T' das zugehörige n durch Messung, so ist nur nöthig, diese Werthe successiv in jene Gleichung zu setzen, um sich 3 für die Bestimmung von a, b, c , nöthige Gleichungen zu verschaffen.

Cauchy leitete mit grossem Geschick aus jener Gleichung zwischen n und T eine Relation zwischen den verschiedenen Werthen von n ab, in welcher sich die Constanten in zwei Klassen sondern, nämlich in solche, welche für alle Medien und für alle Farben dieselben sind, und in solche, welche für alle Medien dieselben sind, aber sich von Farbe zu Farbe ändern. Diese Constanten hat er ein für allemal aus den zahlreichen von Fraunhofer angestellten Messungen berechnet, und zwar unter Verknüpfung sämtlicher Messungen, um Werthe zu erhalten, welche von den Beobachtungsfehlern möglichst frei sind. Mittelst der resultirenden Gleichung lassen sich aus der Verbindung der durch Beobachtung gefundenen Werthe von n Werthe für n finden, welche wahrscheinlicher d. h. freier von Beobachtungsfehlern sind.

Diese Gleichung ist folgende:

$$(1) \quad n^2 = N + M\beta + P\gamma + Q\delta,$$

wo β, γ, δ für die Strahlen B, C, D, E, F, G, H nachstehende Werthe haben:

	β	γ	δ
B	0,190836	-0,16423	-0,2357
C	0,168772	-0,08707	0,1094
D	0,109002	0,06720	0,2435
E	0,031390	0,18408	-0,1162
F	-0,038191	0,20259	-0,1476
G	-0,171628	0,04688	0,0207
H	-0,290181	-0,24876	0,1269

Sind ferner n_1, n_2, n_3, \dots die durch Beobachtung für B, C, D, \dots gefundenen Werthe von n , so ist:

$$N = \frac{1}{7}(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + n_4^2 + n_5^2 + n_6^2 + n_7^2)$$

$$M = n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + n_4^2 - n_5^2 - n_6^2 - n_7^2 - N$$

$$P = -n_1^2 - n_2^2 + n_3^2 + n_4^2 + n_5^2 + n_6^2 - n_7^2 - N + 0,138854 M$$

$$Q = -n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 - n_4^2 - n_5^2 + n_6^2 + n_7^2 - N + 0,368070 M$$

$$+ 0,444990 P.$$

Die von Fraunhofer bestimmten Brechungsverhältnisse, mit den von Cauchy aus dieser Formel gewonnenen Correctionen in Einheiten der letzten Decimalstelle sind folgende:

		<i>B</i>	Corr.	<i>C</i>	Corr.	<i>D</i>	Corr.
Wasser	<i>a</i>	1,330935	— 8	1,331712	15	1,333577	— 2
	<i>b</i>	1,330977	— 4	1,331709	— 3	1,333577	5
Kalilösung		1,399629	4	1,400515	— 2	1,402805	0
Terpenthinöl		1,470496	— 5	1,471530	6	1,474434	—16
Kronglas Nr. 13.		1,524312	13	1,525299	—10	1,527982	— 1
Kronglas Nr. 9.		1,525832	— 3	1,526849	— 6	1,529587	19
Kronglas Litt. <i>M</i>		1,554774	2	1,555933	2	1,559075	— 4
Flintglas Nr. 3.		1,602042	2	1,603800	— 8	1,608494	3
Flintglas Nr. 30.		1,623570	— 4	1,625477	15	1,630585	—22
Flintglas Nr. 23.	<i>a</i>	1,626564	1	1,628451	3	1,633666	2
	<i>b</i>	1,626596	16	1,628469	7	1,633667	6
Flintglas Nr. 13.		1,627749	—14	1,629681	—18	1,635036	11

		<i>E</i>	Corr.	<i>F</i>	Corr.	<i>G</i>	Corr.	<i>H</i>	Corr.
Wasser	<i>a</i>	1,335851	— 4	1,337818	13	1,341293	— 6	1,344177	— 6
	<i>b</i>	1,335849	3	1,337788	1	1,341261	— 9	1,344162	7
Kalilösung		1,405632	0	1,408082	— 3	1,412579	5	1,416368	— 1
Terpenthinöl		1,478353	15	1,481736	— 9	1,488198	11	1,493874	— 1
Kronglas Nr. 13.		1,531372	— 2	1,534337	—11	1,539908	14	1,544684	— 3
Kronglas Nr. 9.		1,533005	—11	1,536052	13	1,541657	—22	1,546566	8
Kronglas Litt. <i>M</i>		1,563150	0	1,566741	— 3	1,573535	6	1,579470	— 4
Flintglas Nr. 3.		1,614532	2	1,620042	— 4	1,630772	— 2	1,640373	6
Flintglas Nr. 30.		1,637356	11	1,643466	— 7	1,655406	18	1,666072	—11
Flintglas Nr. 23.	<i>a</i>	1,640544	— 6	1,646780	5	1,658849	— 1	1,669680	— 4
	<i>b</i>	1,640495	—27	1,646756	12	1,658848	10	1,669686	—22
Flintglas Nr. 13.		1,642024	20	1,648260	7	1,660285	—24	1,671062	31

Die Numerirung der verschiedenen Kron- und Flintglassorten ist aus der Fraunhofer'schen Abhandlung beibehalten, und die Buchstaben *a* und *b* beim Wasser und Flintglas Nr. 23 bezeichnen zwei verschiedene Messungsreihen.

Die von Rudberg durch Messung gefundenen Brechungsverhältnisse für Kalkspath, Bergkrystall, Arragonit und eine farblose Topasorte nebst den von mir nach obiger Formel berechneten Correctionen sind in der folgenden Tafel enthalten:

	Bergkrystall.				Topas.					
	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>			
<i>B</i>	1,54090	0	1,54990	—2	1,60840	—2	1,61049	—1	1,61791	1
<i>C</i>	1,54181	0	1,55085	1	1,60935	3	1,61144	2	1,61880	0
<i>D</i>	1,54418	1	1,55328	1	1,61161	—2	1,61375	—2	1,62109	—5
<i>E</i>	1,54711	0	1,55631	0	1,61452	1	1,61668	2	1,62408	3
<i>F</i>	1,54965	0	1,55894	2	1,61701	1	1,61914	—1	1,62652	1
<i>G</i>	1,55425	—1	1,56365	—3	1,62154	—1	1,62365	0	1,63123	6
<i>H</i>	1,55817	1	1,56772	1	1,62539	—1	1,62745	1	1,63406	—1

Kalkspath.				Arragonit.						
o		e		a		b		c		
B	1,65308	0	1,48391	1	1,52749	0	1,67631	0	1,68061	0
C	1,65452	-1	1,48455	1	1,52820	0	1,67779	1	1,68203	0
D	1,65850	2	1,48635	0	1,53013	-1	1,68157	-1	1,68589	0
E	1,66360	1	1,48868	-2	1,53264	0	1,68634	0	1,69084	0
F	1,66802	1	1,49075	1	1,53479	-1	1,69053	0	1,69515	0
G	1,67617	-3	1,49453	0	1,53882	1	1,69836	1	1,70318	0
H	1,68380	2	1,49780	-2	1,54226	0	1,70509	-1	1,71011	0

Die Buchstaben *o* und *e* in dieser Tabelle beziehen sich resp. auf den gewöhnlichen und ungewöhnlichen Strahl; die Buchstaben *a*, *b*, *c* beziehen sich auf die drei constanten Brechungsverhältnisse, welche den in den drei Hauptschnitten der zweiaxigen Krystalle fortschreitenden Strahlen zukommen. (Vergl. den Artikel Brechungsverhältniss.)
R.

Dissonanz. Dissonanzen nennt man diejenigen Intervalle, deren Schwingungsverhältniss durch so wenig einfache Zahlen ausgedrückt wird, dass das Ohr den Wohlklang bei ihrem Zusammen tönen vermisst, wenn nicht durch ihren melodischen Zusammenhang mit den vorhergehenden und nachfolgenden Tönen (Vorbereitung und Auflösung der Dissonanz) jener Mangel an Einfachheit ersetzt wird. (Vergl. Consonanz und Accord.)
S.

Disthen, ein Name des Cyanit (s. diesen), der von $\delta\acute{\iota}\varsigma$ zweifach und $\sigma\delta\acute{\iota}\nu\omicron\varsigma$ Kraft gebildet ist, und auf die ungleiche Härte des Minerals auf verschiedenen Flächen, so wie auf den Umstand hindeuten soll, dass einige Krystalle beim Reiben positiv, andere negativ elektrisch werden.
B.

Ditetryl. Werden die Gase, welche durch die trockene Destillation der fetten Oele erhalten werden, einem Drucke von ohngefähr 30 Atmosphären ausgesetzt, so condensiren sich dieselben zum Theil zu einer bisweilen farblosen, bisweilen aber auch gelb oder braun gefärbten Flüssigkeit, die ausserordentlich flüchtig ist, bei einer nur wenig erhöhten Temperatur kocht, und bei -18° noch nicht fest wird. Sie besitzt ein spec. Gew. von 0,821, ist in Wasser unlöslich, löst sich aber leicht in Alkohol, Aether, fetten und flüchtigen Oelen auf. Sie verhält sich indifferent gegen die Pflanzenfarben, Alkalien scheinen keine Veränderung mit ihr hervorzubringen, Salpetersäure verwandelt sie in Blausäure, und mit Schwefelsäure verbindet sie sich, ohne dass letztere eine Zersetzung erleidet. Diese Flüssigkeit besteht aus einem Gemenge mehrerer flüchtigen Oele, die in ihren äusseren Eigenschaften grosse Aehnlichkeit besitzen, aber vermöge der verschiedenen Temperaturen, bei welchen sie sich verflüchtigen, von einander zum Theil getrennt werden können. Faraday stellte daraus mehrere bestimmte Kohlenwasserstoffverbindungen dar; eine derselben ist das Ditetryl, welches aus C_8H_8 besteht und so flüchtig ist, dass es schon durch die Wärme der Hand abdestillirt werden kann.

Das Gas muss in eine -18° bis -20° kalt erhaltene Vorlage geleitet werden, da es bei dieser Temperatur condensirt wird und die Flüssigkeit noch unter dem Gefrierpunkte kocht.

Das spec. Gew. des Ditetrylgases ist nach Faraday's Bestimmung 1,926 und das der Flüssigkeit 0,627.

Vom Wasser wird das Gas nur wenig absorbirt, in weit grösserer Menge geschieht dies jedoch vom Alkohol, aus welchem es durch Wasser wieder ausgeschieden werden kann, wobei das Gas in Folge seiner grossen Flüchtigkeit mit Aufbrausen entweicht. Baumöl absorbirt dem Volumen nach die 6fache Menge und Schwefelsäure die 100fache Menge, letztere erhitzt sich dabei stark, wird dunkel, entwickelt aber keine schweflige Säure. Es bildet sich eine Verbindung der Schwefelsäure mit Kohlenstoff und Wasserstoff, welche mit Basen eigenthümliche Salze bildet.

Zum Verbrennen des Ditetrylgases sind 6 Volumina Sauerstoffgas nothwendig, es werden dabei 4 Volumina Kohlensäuregas und 2 Volumina Wasser gebildet.

Das Ditetryl verbindet, sich, wie das Elayl mit Chlor, Brom und Jod. (Phil. Transact. 1825. 440. Schweigg. 47 und 441. Pogg. Ann. V. 306.) M.

Ditetrylchlorür. Das Chlorgas verbindet sich zu gleichen Volumen mit dem Ditetrylgase unter Entwicklung von Wärme zu einer farblosen, klaren, ätherartigen Flüssigkeit, die einen süsslich aromatischen Geschmack hat und schwerer als Wasser ist. Das Ditetrylchlorür besteht aus $C_4H_8Cl_2 = 38,29 C; 6,25 H; 55,44 Cl$. M.

Ditonus ist die Tonstufe 64 : 81, welche durch Addition von zwei grossen ganzen Tönen (8 : 9) entsteht, und um ein syntonisches Comma 80 : 81 grösser ist, als die grosse Terz 4 : 5. S.

Ditonisches Comma s. Comma.

Dolerit, ein körniges Gemenge aus Augit und Labrador, von schwarzer, grauer oder dunkelgrüner Farbe, das gewöhnlich noch Magnet Eisen, oft auch noch andere Mineralien einschliesst. Der feinkörnige geht in den Basalt über, andererseits findet man deutliche Augitkrystalle darin, wodurch er porphyrtartig wird. B.

Dolomit s. Bitterkalk.

Dominante wird die Quinte des Grundtones (der Tonica) genannt, Dominantenaccord ihr Dreiklang, auch Septimen-, Nonenaccord etc. S.

Domit ist ein Trachyt (s. diesen) von erdiger Beschaffenheit.

Donner. So wie man genöthigt ist, bei den Blitzen die flackernden von denen zu unterscheiden, welche in Form einer Rakete herabfahren oder die Gestalt einer Feuerkugel annehmen, so muss man auch in dem die Blitze begleitenden Geräusche, dem Donner,

wesentliche Unterschiede anerkennen. Bei schweren Gewittern geht dem eigentlichen Schläge eine Folge höherer Töne vorher, welche Lucrez passend mit dem Geräusch zerreisenden Papiers vergleicht. Dieses Geräusch, so kurz es ist, fehlt selbst bei der schnellen Aufeinanderfolge kaum, wo man sagt, dass Blitz und Schlag augenblicklich sind. Ganz verschieden wieder von dem Krachen des eigentlichen Schläges ist das polternde Rollen, welches lange fort dauert, oft an Intensität so abnimmt, dass man es beendigt glaubt, dann aber plötzlich wieder stossweise zunimmt. Ganz ähnliche Modificationen hört man bei Echo's in Quadersandsteingebirgen, besonders auffallend bei Adersbach in Böhmen, wo der Schuss einer Flinte einen Donner hervorruft, der bis in das kleinste Detail jene Erscheinungen nachbildet, indem er mit jenem eigenthümlichen Krachen eines nahen Donnerschläges beginnt und sich zuletzt in entferntes Rollen auflöst. Einen Antheil hat also gewiss das Echo an der Gesamterscheinung des Donners, wenn es auch schwer sein möchte, näher nachzuweisen, welchen. Uebrigens habe ich stets bemerkt, dass das eigentliche langé Rollen des Donners dann gehört wird, wenn das Gewitter bereits das Zenith überschritten hat und sich entfernt, dann also, wenn die Gewitterformation den ganzen sichtbaren Himmel einnimmt. Dass es Blitze ohne Donner gebe, ist durch vielfache Beobachtungen bestätigt, für Donner ohne Blitze kann ich aus meiner eigenen Erfahrung ein Beispiel anführen, wo ich in Liegnitz in Schlesien unmittelbar vor einem Hagelfall aus einem gleichförmig bedeckten Himmel einen monoton fortrollenden Donner hörte, der mehrere Minuten anhielt und durch die eigenthümliche Gleichmässigkeit des Rollens so auffiel, dass die Leute aus den Häusern heraustraten und sich erlaunt den Himmel ansahen. Möglich war es hierbei allerdings, dass eine tiefere Wolkendecke die in einer höheren Decke entstandenen Blitze verbarg, die bei der Tageshelle ohnehin schwach leuchten mochten. Donnerschläge bei vollkommen heiterm Himmel werden oft aus vulkanischen Gegenden berichtet, gehören aber wahrscheinlich zu geologischen Erscheinungen, nicht zu meteorologischen, wenn man sie auch aus der Höhe zu hören glaubt.

Die Erklärungen von der Entstehung des Donners kommen darauf hinaus, dass man entweder ein mehr oder minder Materielles sich als so schnell fortbewegend denkt, dass es hinter sich einen luftleeren Raum erzeuge, in den die Luft mit Geräusch einströmt, oder dass man durch plötzliche Verdichtung grosser Mengen von Wasserdampf diesen leeren Raum momentan erzeugt sich vorstellt. Das lange anhaltende Rollen erklärt man hingegen, abgesehen vom Echo, aus der gleichzeitigen Erregung der elektrischen Explosion in einer viele Tausend Fuss langen Luftstrecke. Steht nun der nächste Punkt des sich entzündenden Blitzes 10000 Fuss weniger vom Beobachter ab als der entfernteste, so wird dieser Beobachter die Explosion am nächsten Punkte ohngefähr 10 Secunden früher als die am entferntesten hören, für ihn also sich ein momentaner Schall in ein 10 Secunden anhaltendes Rollen verwandeln. Umgekehrt giebt die Dauer des Donners, mit der Schallgeschwindigkeit multiplicirt, eine Länge, welche nothwendig kleiner ist als die wahre Länge des Blitzes, da der Unterschied zweier Seiten eines Dreiecks stets kleiner ist als die

dritte. Wegen der zickzackförmigen Gestalt des Blitzes kann eine vom Beobachter als Mittelpunkt aus beschriebene Kugel die Bahn des Blitzes in mehreren Punkten durchschneiden, es kann also eine Verstärkung des Schalles durch plötzliches Zusammentreffen mehrerer gleichzeitig gehörter Schläge entstehen. Auch meint Kämtz, es könne die Schwächung durch Interferenz der Schallstrahlen erklärt werden. Uebrigens ist keinesweges nothwendig, dass die Intensität der elektrischen Explosion in der ganzen Strecke, wo sie erregt wird, gleich sei, der Donner, als Folge derselben, wird es also eben so wenig. Nach den Beobachtungen von Peytier und Hossard in den Pyrenäen ist in der Gewitterwolke selbst das Geräusch dumpf, wie von Pulver, welches im Freien ohne Sprengung explodirt. Aus der Abwechselung und Vermischung ungleich erwärmter Luftschichten möchte sich auch erklären, dass man den Donner, so heftig er in der Nähe scheint (man hat ihn in einzelnen Fällen mit dem Abfeuern von 100 Kanonen verglichen) doch nie weiter als einige Meilen hört, während man den Kanonendonner so sehr weit vernimmt. Dies letztere ist auch nur wahr für gewisse Beschaffenheit der Luft, da man ebenfalls sehr gut constatirte Beispiele kennt, wo man sehr nahen Kanonendonner nicht gehört hat. Die Dauer des Rollens eines einen Blitz begleitenden Donners ist sehr verschieden, nach den Beobachtungen von de l'Isle bis 50 Secunden. Der Zeitraum zwischen Donner und Blitz soll am 30 April 1712 72 Secunden betragen haben, die gewöhnlich als längste Zwischenräume angegebenen Zeiten schwanken zwischen 40 und 50 Secunden. Arago sur la tonnerre. Annuaire pour 1838. Hellwig in Gilb. Ann. LI. p. 139. Reimarus vom Blitze. D.

Doppelsalz s. Salze.

Doppelspath heisst der Kalkspath wegen der Doppelbilder, die er beim Durchsehen wahrnehmen lässt.

Doppelstrich s. Magnetisiren.

Dornenstein, die grauweisse Masse, mit welcher sich die Dornen auf den Gradirwerken der Salinen (s. Chlornatrium) überziehen. Er besteht hauptsächlich aus Gyps und etwas kohlenaurer Kalkerde, die sich aus dem Soolwasser ausscheiden. Ist der Dornstein zu dick geworden, so müssen die Dornen erneuert werden. Von den incrustirten klopft man den Dornenstein ab, und gebraucht ihn zum Düngen. B.

Dostenöl, in Origanum vulgare enthalten. Durch mehrmalige Rectification vom Stearopten befreit, hat es ein spec. Gew. von 0,8673 und kocht bei 160°. Nach Kane besteht es aus $C_{10}H_{16}O = 86,5 C$; $11,3 H$; $2,2 O$. M.

Drachenblut wird aus dem Pterocarpus Draco P. Santalinus, Dracaena Draco u. s. w. gewonnen. Es kommt in dunkelbraunen nussgrossen Stücken zu uns, welche ein rothes Pulver geben,

sich mit rother Farbe in Alkohol, Aether und Oelen lösen. Es enthält etwas Zimmtsäure. (?) Bei der Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure bleibt das Dracin zurück, welches Melandri für eine Basis hält, Salpetersäure erzeugt daraus Benzoë-, und eine andere sehr schwer löslich stickstoffhaltige Säure. Früher wurde es in der Medicin benutzt. Jetzt wendet man es an als Farbe für Harzfirnisse. M.

Dréelith nennt Dufresnoy dem Marquis de Drée zu Ehren ein von diesem auf den Halden der Bleigrube la Nuisière bei Beaujeu entdecktes Mineral. Es bildet kleine, weisse, rhomboidale Krystalle, dem Chabasit ähnlich, härter als Kalkspath. Specif. Gew. 3,2 — 3,4. Vor dem Löthrohr schmilzt es zu einem weissen blasigen Glase, wird von Salzsäure unter schwachem Aufbrausen nur theilweise aufgelöst, und besteht nach Dufresnoy aus 61,731 schwefelsaurem Baryt; 14,274 schwefelsaurem Kalk; 8,050 kohlen-saurem Kalk; 1,521 Kalkerde; 9,712 Kieselsäure; 2,404 Thonerde; 2,308 Wasser; woraus sich keine Formel aufstellen lässt. Berzelius Jahresb. XVI. 168. Ann. de Chim. et de Phys. LX. 102. B.

Drehende Schwingungen. Wenn man einen Stab an seinem Umfange so reibt, dass er dadurch schraubenförmig gewunden wird, so entstehen Schwingungen, indem die Theile des Stabes (wenigstens sehr angenähert) kleine Kreisbogen hin und her beschreiben, deren Ebenen senkrecht gegen die Axe des Stabes und deren Mittelpunkte auf dieser Axe liegen. Sie sind von Chladni entdeckt und zuerst in den Neuen Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde von 1799 beschrieben. Erfahrung und Theorie lehren, dass sie ganz denselben Gesetzen, wie die Longitudinalschwingungen unterworfen sind, nur ist der Ton bei den drehenden Schwingungen in einem constanten Verhältniss von dem der Longitudinalen verschieden, namentlich bei einem cylindrischen Stabe um fast eine kleine Sexte, nämlich im Verhältniss $\sqrt{5} : \sqrt{2}$ tiefer; ebenso auch bei einer cylindrischen Röhre. — Auch an einer Saite können drehende Schwingungen hervorgebracht werden, doch ist diese dabei als ein gespannter Stab zu betrachten. — Gewisse Transversalschwingungen einer Scheibe oder eines breiten Stabes können als drehende angesehen werden, wie Chladni in seiner Akustik S. 155. bemerkt. Dies ist nämlich der Fall, wenn eine Knotenlinie der Länge nach und eine oder mehrere der Queere nach gehn. S.

Drehungsgesetz des Windes. In der scheinbar willkürlichen Aufeinanderfolge der Windesrichtungen in der gemässigten Zone hat sich durch nähere Untersuchungen herausgestellt, dass der Wind im Mittel in einer bestimmten Folge innerhalb sehr verschiedener Zeiträume durch die ganze Windrose hindurchgeht und zwar auf der nördlichen Erdhälfte im Sinne

S. W. N. O. S.

auf der südlichen im entgegengesetzten Sinne nämlich

S. O. N. W. S.

indem bei dem Hin- und Herschwanken der Windfahne jedes Zu-

rückgehen derselben durch ein Vorgehen compensirt wird und dieses über jenes überwiegt. Für das Vorhandensein dieser regelmässigen Aufeinanderfolge finden sich die Belege für die nördliche Halbkugel in Dove's Meteorologischen Untersuchungen p. 130; für die südliche in dem Bericht der Berliner Akademie 1841. p. 255.

Von dieser Erscheinung hat Dove folgende theoretische Ableitung gegeben:

Die Rotationsgeschwindigkeit der einzelnen Punkte der Oberfläche der Erde verhält sich wie die Halbmesser der Parallelkreise, unter welchen sie liegen, sie nimmt also zu von den Polen, wo sie Null ist, bis zum Aequator, wo sie am grössten ist. Im Zustande der Ruhe nimmt die Luft Theil an der Drehungsgeschwindigkeit des Ortes, über welchem sie sich befindet. Wenn sie daher durch Temperaturdifferenz oder irgend eine andere Ursache ein Bestreben erhält, in einem Parallelkreise zu fliessen, so wird die Drehung der Erde durchaus keinen Einfluss auf sie äussern, weil die Punkte der Oberfläche, zu welchen die strömende Luft gelangt, genau dieselbe Drehungsgeschwindigkeit haben als die Punkte, welche sie verlassen hat. Wird aber Luft durch irgend eine Ursache von den Polen nach dem Aequator getrieben, so kommt sie von Orten, deren Rotationsgeschwindigkeit gering ist, nach Orten, an welchen sie grösser ist. Die Luft dreht sich also dann mit einer geringeren Geschwindigkeit nach Osten, als die Orte, mit welchen sie in Berührung kommt, sie scheint daher nach entgegengesetzter Richtung, d. h. von Ost nach West zu fliessen. Die Ablenkung des Windes von der anfänglichen Richtung wird desto grösser sein, je mehr sich bei gleichbleibender fortrückender Bewegung die Drehungsgeschwindigkeit des Ausgangspunktes unterscheidet von der Drehungsgeschwindigkeit des Ortes, an welchem der Wind beobachtet wird, d. h. je grösser der Unterschied der geographischen Breite beider Orte ist. Daraus folgt:

- 1) auf der nördlichen Halbkugel gehen Winde, welche als Nordwinde entstehen, bei dem allmählichen Fortrücken durch NO. immer mehr in O. über.

Denken wir uns nun Orte

$A A, A,, A,,, \dots$

$B B, B,, B,,, \dots$

$C C, C,, C,,, \dots$

$D D, D,, D,,, \dots$

so gelegen, dass von den unter demselben Meridian liegenden A, B, C, D der Ort A der nördlichste und D der südlichste ist, von den in den demselben Parallel $A, A,, A,, A,,,$ gelegenen A der westlichste, $A,,,$ der östlichste, und die ganze zwischen $AA,,,$ und $DD,,$ enthaltene Luftmasse durch irgend eine Ursache von Norden nach Süden in Bewegung versetzt, so wird, wenn die von $CC,,,$ ausgegangene Luft noch ziemlich als Nord in dem Parallel $DD,,,$ ankommt, die von $BB,,,$ abgegangene schon als Nordost eintreffen, während die von $AA,,,$ ankommende noch mehr als Ostwind erscheinen wird. Für einen in $DD,,,$ befindlichen Beobachter wird also die Windfahne sich allmählig von Nord durch Nordost nach Ost gedreht haben.

- 2) auf der südlichen Halbkugel gehen Winde, welche als Südwinde

entstehen, bei dem allmählichen Fortschreiten durch SO. immer mehr in Ostwinde über.

Bezeichnen daher

d, d, d, d, \dots

c, c, c, c, \dots

b, b, b, b, \dots

a, a, a, a, \dots

Orte, von denen die unter dem Parallelkreis aa , liegenden die südlichsten sind, die im Parallel dd , die nördlichsten, so wird ein in dd , befindlicher Beobachter die Windfahne von Süd durch Südost allmählig in Ost übergehen sehen.

Ist auf der nördlichen oder südlichen Halbkugel auf diese Art ein östlicher Wind entstanden, so wird dieser die Parallelen DD , und dd , durchlaufen, ohne irgend von der Rotation der Erde modificirt zu werden.

Dauert die Ursache, welche die Luft nach dem Aequator trieb, fort, so wird der entstandene Ostwind hemmend auf den Strom wirken. Durch ein Hemmen der Strömung wird die Luft bald die Rotationsgeschwindigkeit des Ortes annehmen, über welchem sie sich befindet, sie wird zu demselben in einen Zustand relativer Ruhe treten. Bei fortdauernder Tendenz nach dem Aequator zu strömen werden also sich genau dieselben Erscheinungen wiederholen, welche wir eben betrachtet haben.

Wir wollen nun annehmen, dass, nachdem Polarströme eine Zeit lang geherrscht haben, Aequatorialströme eintreten.

In der nördlichen Halbkugel wird ein eintretender Südwind den mehr oder weniger östlich gewordenen Polarstrom durch eine Drehung im Sinne O. SO. S. verdrängen, in der südlichen der als Nordwind eintretende Aequatorialstrom den mehr oder minder östlich gewordenen Polarstrom aus O. durch NO. in Nord verwandeln.

In dem Parallel DD , der nördlichen Erdhälfte wird also die bisher beobachtete Veränderung im Ganzen sein:

N. NO. O. SO. S.

In dem Parallel dd , der südlichen Erdhälfte hingegen gerade die entgegengesetzte:

S. SO. O. NO. N.

Luft, welche von dem Aequator nach den Polen abfließt, kommt von Orten mit grösserer Drehungsgeschwindigkeit nach Orte hin, welche sich langsamer nach Ost bewegen. Daraus folgt:

- 3) auf der nördlichen Erdhälfte geht ein südlicher Wind bei seinem Fortschreiten allmählig immer mehr durch SW. in West über;
- 4) auf der südlichen Erdhälfte geht ein nördlicher Wind bei seinem Fortschreiten allmählig immer mehr durch NW. in West über.

Bezeichnen

D, D, D, D, \dots

E, E, E, E, \dots

F, F, F, F, \dots

G, G, G, G, \dots

Orte der nördlichen Hemisphäre, von denen die im Parallelkreis GG , die südlichsten sind, so wird, wenn die ganze zwischen DD , und GG befindliche Luftmasse sich von Süden nach Norden in Bewe-

gung setzt, ein in $DD_{,,,}$ befindlicher Beobachter, wenn er die von $EE_{,,,}$ ankommende Luft noch ziemlich als Süd erhält, die von $FF_{,,,}$ eintreffende mehr als SW., die aus $GG_{,,,}$ mehr als West beobachten.

Bezeichnen eben so:

g, g, g, g, \dots
 f, f, f, f, \dots
 e, e, e, e, \dots
 d, d, d, d, \dots

Orte der südlichen Halbkugel, und zwar $gg_{,,,}$ die nördlichsten, $dd_{,,,}$ die südlichsten, so wird, wenn die Luft zwischen beiden Parallelen sich nach dem Südpole in Bewegung setzt, ein in $dd_{,,,}$ befindlicher Beobachter, wenn er die Luft aus $cc_{,,,}$ noch als Nord erhielt, die aus $ff_{,,,}$ mehr als NW., die aus $gg_{,,,}$ mehr als West beobachten.

Ein West wird in beiden Hemisphären auf neue Aequatorialströme hemmend wirken und sie zu relativer Ruhe bestimmen. Bei fortwauernder Tendenz nach dem Pole hin wird also die Erscheinung sich immer wiederholen, bis neue Polarströme den West in der nördlichen Hemisphäre durch NW. in N., in der südlichen durch SW. in Süd verwandeln werden.

Dies giebt:

für die nördliche Halbkugel die Veränderung S. SW. W. NW. N.
 für die südliche Halbkugel hingegen N. NW. W. SW. S.

Aus der Gesamtheit der betrachteten Erscheinungen folgt also

- A) In der nördlichen Erdhälfte dreht sich der Wind, wenn Polarströme und Aequatorialströme mit einander abwechseln, im Mittel im Sinne S. W. N. O. S. durch die Windrose, und zwar springt er zwischen S. und W., und zwischen N. und O. häufiger zurück, als zwischen W. und N. und zwischen O. und S.
- B) In der südlichen Erdhälfte dreht sich der Wind, wenn Polarströme und Aequatorialströme mit einander abwechseln, im Mittel, im Sinne S. O. N. W. S. durch die Windrose, und zwar springt er zwischen N. und W. und zwischen S. und O. häufiger zurück als zwischen W. und S. und zwischen O. und N.

Daraus folgt:

- a) wo in der tropischen Zone nur Polarströme an der Oberfläche herrschen, giebt es gar keine vollständige Drehung, sondern eine der Entfernung des Beobachtungsortes von der äusseren Grenze des Stromes proportionale unveränderte Ablenkung, welche sich nur etwas modificirt durch die Veränderung jener Gränze in den Jahreszeiten. Dies sind die Passate;
- b) wo in der tropischen Zone, durch die eigenthümliche Vertheilung des Festen und Flüssigen, im Jahr einmal ein südlicher Strom mit einem nördlichen abwechselt, giebt es nur eine Drehung im ganzen Jahr. Dies sind die Moussons;
- c) in den gemässigten und wahrscheinlich auch in den kalten Zonen, wo Aequatorialströme fortwährend mit Polarströmen abwechseln, dreht sich der Wind im Mittel, und zwar öfters in einem bestimmten Sinne durch die Windrose, in der nördlichen Halbkugel aber gerade im entgegengesetzten Sinne als

in der südlichen. Dies ist die Erscheinung, welche eben das Gesetz der Drehung genannt worden ist.

Man sieht also, dass die Windverhältnisse der Tropen der einfachste Fall des Drehungsgesetzes sind.

Die vorhergehende Erörterung ist durchaus unabhängig von der Art, wie wir uns die Entstehung der Bewegung der zwischen den betrachteten Parallelen enthaltenen Luftmasse denken, ob gleichzeitig in allen Punkten desselben Meridians, oder successiv durch Saugen oder Stossen. Es ist auch ganz gleichgültig, ob die entstehenden Ströme in Nord und Süd einander gegenüberliegen oder ob sie mehr oder minder untereinander und gegen den Meridian geneigt sind. Es sind eben deswegen die Namen, nördlicher Strom und südlicher Strom die naturgemässen, um ihre Bezeichnung von den Veränderungen, welche die Jahreszeiten und Localursachen in ihrer Richtung hervorbringen können, unabhängig zu machen.

Wird durch ein seitliches Hinderniss ein fortschreitender Wind verhindert, sich auf der nördlichen Erdhälfte, z. B. aus S. in SW. und W. zu verwandeln und gezwungen, seine ursprüngliche Richtung beizubehalten, so kann das Drehungsgesetz nicht zur Erscheinung kommen. Es entsteht dann ein Wirbelwind, wie in dem Artikel Sturm näher gezeigt werden wird. Wir knüpfen daher hier nur an die Erscheinung des Drehungsgesetzes die davon abhängigen Gesetze der nicht periodischen Aenderungen des Barometers, Thermometers und Hygrometers an.

Die Berechnung der thermischen und barometrischen Windmittel ergibt, dass die Windrose zwei Pole des Druckes und der Wärme hat, d. h. dass es zwei einander nahe gegenüberliegende Punkte in derselben giebt, an deren einem es am kältesten ist und an welchem das Barometer am höchsten steht, an deren anderem es am wärmsten ist und an welchem das Barometer am tiefsten steht. Von dem Maximum des Drucks zum Minimum desselben, eben so vom Maximum der Wärme zum Minimum derselben, nehmen die barometrischen und thermometrischen Windmittel ununterbrochen ab. Der erste Punkt fällt in die Nähe von NO., der andere in die Nähe von SW. Geht man nun von SW. durch W. bis NO., so nehmen die mittleren Thermometerstände ab, während die mittleren Barometerstände wachsen; geht man weiter von NO. durch O. bis SW., so nehmen die mittleren Thermometerstände zu, während die barometrischen Mittel abnehmen. Was in den thermischen und barometrischen Windmitteln sich zeigt, muss auch in dem Uebergange derselben in einander, d. h. in den mittleren thermischen und barometrischen Veränderungen hervortreten, und zwar sowohl unter der Voraussetzung einer veränderlichen als der einer gleichbleibenden Drehungsgeschwindigkeit. Da nun aber die Elasticität des Wasserdampfes in Beziehung auf ihre Vertheilung in der Windrose sich genau an die thermische Windrose, der Druck der trocknen Luft aber sich genau an die barometrische Windrose anschliesst, so folgt, dass sich die Veränderungen des Druckes der trocknen Luft und des Barometers gerade umgekehrt verhalten, als die Veränderungen der Temperatur der Luft und der Elasticität des in ihr enthaltenen Wasserdampfes. Nimmt man nun als nothwendige Folge der früheren theo-

retischen Betrachtungen an, dass der NW. dieselbe Rolle auf der südlichen Halbkugel spielt, als der SW. auf der nördlichen; ein SO. dort, hier einem NO. entspricht, so folgt:

Mittlere Veränderungen der meteorologischen Instrumente

Nördliche Halbkugel.

1) Das Barometer fällt bei O., SO. und Südwinden, geht bei SW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W., NW. und Nordwinden, und geht bei NO. aus Steigen in Fallen über.

2) Das Thermometer steigt bei O., SO. und Südwinden, geht bei SW. aus Steigen in Fallen über, fällt bei W., NW. und Nordwinden, und geht bei NO. aus Fallen in Steigen über.

3) Die Elasticität des Wasserdampfes nimmt zu bei O., SO. und Südwinden, ihre Zunahme geht bei SW. in Abnahme über, sie nimmt ab bei W., NW. und Nordwinden, bei NO. geht ihre Abnahme in Zunahme über.

4) Der Druck der trocknen Luft nimmt ab bei O., SO. und Südwinden, seine Abnahme geht bei SW. in Zunahme über, er nimmt zu bei W., NW. und Nordwinden, bei NO. geht seine Zunahme in Abnahme über.

Südliche Halbkugel.

1) Das Barometer fällt bei O., NO. und Nordwinden, geht bei NW. aus Fallen in Steigen über, steigt bei W., SW. und Südwinden, und geht bei SO. aus Steigen in Fallen über.

2) Das Thermometer steigt bei O., NO. und Nordwinden, geht bei NW. aus Steigen in Fallen über, fällt bei W., SW. und Südwinden und geht bei SO. aus Fallen in Steigen über.

3) Die Elasticität des Wasserdampfes nimmt zu bei O., NO. und Nordwinden, ihre Zunahme geht bei NW. in Abnahme über, sie nimmt ab bei W., SW. und Südwinden, bei SO. geht ihre Abnahme in Zunahme über.

4) Der Druck der trocknen Luft nimmt ab bei O., NO. und Nordwinden, seine Abnahme geht bei NW. in Zunahme über, er nimmt zu bei W., SW. und Südwinden, bei SO. geht seine Zunahme in Abnahme über.

Das Gemeinsame beider Hemisphären besteht also darin, dass die Veränderungen der meteorologischen Instrumente bei Ostwinden in der nördlichen Halbkugel dieselben sind, als bei Ostwinden in der südlichen. Dasselbe gilt von den Westwinden. Der Unterschied beider Halbkugeln ist nur quantitativ bei NW., NO., SW. und SO.-Winden, hingegen qualitativ bei Nord- und Südwinden, d. h. die Veränderungen der meteorologischen Instrumente sind im Mittel in der nördlichen Hemisphäre am grössten bei NO. und SW.-Winden, am kleinsten (durch Compensation der entgegengesetzten Bewegungen) bei NO. und SW.-Winden; in der südlichen Hemisphäre bei NW. u. SO.-Winden (durch Compensation der entgegengesetzten Bewegungen) am kleinsten, hingegen am grössten bei NO. und SW.-Winden. Die Veränderungen bei Nordwinden in der nördlichen Halbkugel sind aber, dem Zeichen nach, verschieden von den Veränderungen bei Nordwinden in der südlichen Halbkugel, unter gleichen klimatischen

Bedingungen aber gleich in beiden. Steigt also auf der nördlichen Erdhälfte ein Instrument bei Nord, so fällt es bei Nord in der südlichen und umgekehrt. Dasselbe gilt von den Südwinden.

Die Belege dafür in Dove Meteorologische Untersuchungen p. 142. und Dove Repertorium d. Physik IV. p. 187. D.

Drehwage (elektrische und magnetische). Diesen Namen führt ein Instrument, welches Coulomb 1777 erfand, um die Elasticität von Haaren, Seidenfäden, Metalldrähten etc. zu untersuchen, und späterhin zur Messung der anziehenden und abstossenden Kräfte magnetischer und elektrischer Körper einrichtete. Es besteht dasselbe aus einem Hebel ab , der in seiner Mitte an einem vertikal herabhängenden Faden cd von ungedrehter Seide oder Metall horizontal aufgehängt und zur Abhaltung des Luftzuges in einem gläsernen Behälter eingeschlossen ist. Dieser Behälter besteht in der Regel aus einem weiten und einem darauf gesetzten engen Cylinder, wie es in der Figur angedeutet ist. Ein horizontaler mit ab in einerlei Ebene befindlicher getheilter Kreis ee dient zur Messung der Ablenkung des Hebels, und an dem Kopf c , in welchem der Faden cd befestigt ist, und welcher sich drehen lässt, um



dem Hebel jede mögliche Lage zu geben, befindet sich ein Index, der an einem oben angebrachten getheilten Kreise ff die Grösse der Drehung in Graden anzeigt.

I. In der elektrischen Wage ist ab ein feiner Faden Gummilack, dessen horizontale Stellung durch eine in der Mitte eingesteckte, mit dem Knopfe nach unten herabhängende Stecknadel erleichtert wird, und an dessen einem Ende ein kleines vergoldetes Hollundermarkkugelnchen befestigt ist. Ein ähnliches Stäbchen gi aus Gummilack geht vertikal von der Deckplatte des weitem Cylinders nach dem Nullpunkt der Scale herab, und hat an seinem Ende eine genau eben solche Kugel wie ab . Endlich befindet sich in der Nähe der Kugel i eine kleine Oeffnung im Cylinder, um derselben durch diese hindurch Elektricität mitzutheilen.

Coulomb nahm zu seinen Versuchen für ab einen dünnen 28" langen Silberfaden, von welchem 1 Fuss $\frac{1}{4}$ Gran wog, und gab dem Hebel eine Länge von 8", wobei eine Kraft von etwa $\frac{1}{20}$ Gran hinreichte, den Hebel um 360° zu drehen.

Die Theorie des Instruments beruht auf der Erfahrung, dass, wenn ab durch irgend eine Kraft aus der Gleichgewichtslage um einen Winkel α getrieben wird, die Elasticität des Fadens cd einen Widerstand leistet, welcher dem Drehungswinkel α proportional ist. Wird also z. B. der Faden mittelst des Knopfes c so gedreht, dass der Hebel in Ruhe verbleibt, wenn b auf den Nullpunkt der Scale zeigt, und wird alsdann dem Knopf i Elektricität mitgetheilt, und in Folge dessen die Kugel b , welche durch Berührung mit i dieselbe Elektricität erhalten hat, um α Grade abgelenkt, so ist α der Intensität der

abstossenden Kraft gleich, falls man diejenige Kraft zur Einheit wählt, welche b um 1° abzustossen vermag. Die Entfernung der Kugeln b und i , in welcher die Abstossung diese Grösse hat, ist die zu a gehörige Sehne eines Kreises, dessen Radius db ist, also $= 2l \sin \frac{1}{2} \alpha$, wenn $db = l$ gesetzt wird.

Von den Gesetzen, welche Coulomb mittelst dieses Instruments zu ermitteln suchte, war das wichtigste, dass die elektrische Abstossungskraft sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhalte, und zwar geschah dies unter andern auf folgendem Wege. Nachdem b auf den Nullpunkt gestellt und darauf i elektrisirt worden, würde die erfolgende Ablenkung, die $= \alpha$ befunden sein möge, gemessen; sodann wurde der Knopf c um irgend einen Winkel β so gedreht, dass die Ablenkung sich verringerte und $= \alpha'$ wurde. Die Kugel b war alsdann um den Winkel $\alpha' + \beta$ entfernt von demjenigen Punkte, an welchem sie sich ohne Einfluss der Elektrizität befunden haben würde. Die Torsionskraft, die vorher α war, stieg also auf $\alpha' + \beta$. Da sie aber in beiden Fällen den Arm db zu drehen strebte, so wirkte sie senkrecht auf db , während die elektrische Abstossung in der Richtung der Sehnen der Bögen α und α' wirkte, also in Richtungen, welche mit der Richtung der Torsionskraft die Winkel $\frac{1}{2} \alpha$ und $\frac{1}{2} \alpha'$ bildeten.

Die nach diesen Sehnen zerlegten Componenten der Torsionskraft, welche resp. $\frac{\alpha}{\cos \frac{1}{2} \alpha}$ und $\frac{\alpha' + \beta}{\cos \frac{1}{2} \alpha'}$ waren, hielten der elektrischen Wirkung das Gleichgewicht, folglich war die Intensität der elektrischen Repulsion in den Entfernungen $2l \sin \frac{1}{2} \alpha$ und $2l \sin \frac{1}{2} \alpha'$ resp. $\frac{\alpha}{\cos \frac{1}{2} \alpha}$ und $\frac{\alpha' + \beta}{\cos \frac{1}{2} \alpha'}$. Sollte diese im verkehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung stehen, so musste das Produkt derselben mit dem Quadrat der zugehörigen Entfernung, d. h. $\frac{4l^2 \sin^2 \frac{1}{2} \alpha \cdot (\alpha' + \beta)}{\cos \frac{1}{2} \alpha'}$ mithin $(\alpha' + \beta) \tan \frac{1}{2} \alpha' \sin \frac{1}{2} \alpha'$ für jeden Werth von β constant bleiben, wie es Coulomb bestätigt fand.

Zu demselben Resultat kam Coulomb, als er die Schwingungsdauer des aus seiner Gleichgewichtslage gebrachten Hebels für verschiedene Entfernungen einer einen Fuss im Durchmesser haltenden elektrisirten Kugel maass. Man hat nämlich für die Schwingungsdauer t eines Pendels von der Länge l , wenn g die Schwere bedeutet, die Gleichung $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, also für die elektrische Wage, wenn die Anziehungskraft in der Entfernung $1 = a$, und daher in der Entfernung $d = \frac{a}{d^2}$ ist, diesen Werth für g setzend, $t = d\pi \sqrt{\frac{l}{a}}$, so dass es nur darauf ankam, zu prüfen, ob die Schwingungsdauer der Entfernung proportional sei. Zu bemerken ist indess, dass bei diesem Versuch der Elektrizitätsverlust während der Versuchsdauer in Rechnung zu ziehen ist. In Betreff dieses Verlustes hatte Coulomb mittelst derselben Wage ausgemittelt, dass derselbe in kleinen Zeiträumen in ruhiger Luft bei constanter Temperatur der Spannung der E proportional ist. Bei dem in Rede stehenden Versuch, bei welchem

er, um die Empfindlichkeit der Wage zu erhöhen, den Metallfaden mit einem einfachen ungedrehten Seidenfaden vertauschte, nahm die Spannung für jede Minute um $\frac{1}{40}$ ab.

Ein zweites Gesetz, zu dessen Feststellung er die Wage benutzte, war, dass die Anziehungen und Abstossungen den Produkten der Elektrizitätsmengen proportional sind. Theilt man nämlich den Kugeln i und b einerlei E mit, vermehrt die Ablenkung durch Drehung des Knopfes c auf einen bestimmten Winkel α , und berührt alsdann die Kugel i mit einer gleich grossen isolirten unelektrischen Kugel, um deren E auf die Hälfte zu reduciren, so muss man durch Zurückdrehen von c die Torsion um die Hälfte vermindern, wenn die Ablenkung $= \alpha$ bleiben soll, und ebenso, wenn man nochmals die E der Kugel b durch eine gleiche Berührung auf die Hälfte bringt.

Die Anwendung der Wage zu elektrometrischen Versuchen erfordert indess, wegen ihrer grossen Subtilität, viel Sorgfalt und Geschicklichkeit, und namentlich werden die Resultate oft deshalb ungenau, weil die Glaswände leicht E annehmen und dadurch störend auf den Hebel wirken. Als Elektroskop jedoch zur Entdeckung ungleichmässiger geringerer Elektrizitätsmengen ist sie höchst brauchbar. Coulomb nahm hierzu unter andern zur Erhöhung der Empfindlichkeit einen Coconfaden von 4" Länge, und substituirt für die Kugel b an dem 1" langen Wagebalken ein Scheibchen Blattgold, so dass eine Kraft von $\frac{1}{60000}$ Gran schon genügte, eine Drehung von 360° zu bewirken.

II. In der magnetischen Wage ist der Hebel eine feine magnetische Stahlnadel, die in einer kupfernen Hülse steckt, welche letztere von dem (Silber-) Faden getragen wird. Beim Gebrauch wird der Nullpunkt der Scale in den magnetischen Meridian gestellt, und der Knopf so gedreht, dass die Nadel auf den Nullpunkt zeigt, und mithin bei dieser Stellung der Faden ohne Torsion ist. Die Anwendung des Instruments bezieht sich sowohl auf das Verhalten der magnetischen Anziehungen und Abstossungen im Allgemeinen, als auf das Verhalten der Nadel in Rücksicht auf die magnetische Kraft der Erde insbesondere. Da aber jede äussere magnetische Kraft nicht bloss die Torsion zu überwinden hat, sondern auch den Einfluss der Erde, so muss das letzte Verhalten zuerst ermittelt werden.

In Betreff des Einflusses der Erde auf die Nadel lehrt der Versuch, dass, wenn man durch Drehung mittelst des Knopfes c die Nadel aus dem Meridian lenkt, die Drehungswinkel sich wie die Sinus der Ablenkungswinkel verhalten, oder, was hieraus folgt, dass die horizontale und senkrecht gegen die Nadel gerichtete Componente der Erdanziehung zum Sinus des Ablenkungswinkels in einem constanten Verhältniss steht. Da aber der Werth dieser Componente bei einerlei Ablenkung nicht bloss von der Intensität des Erdmagnetismus, sondern auch von der Intensität des Magnetismus der Nadel, von deren Form und Dimensionen abhängt, so lässt sich auch der von der Nadel abhängige Theil der Wirkung (die sogenannte Richtkraft der Nadel oder deren magnetisches Moment) durch die Drehwage erforschen.

In Betreff des allgemeinen Gesetzes der magnetischen Anziehungen und Abstossungen lehrt der Versuch, dass dieselben, wie die

elektrischen, sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernung verhalten. Man kann zur Feststellung dieses Gesetzes dieselben zwei Wege einschlagen, die oben für die elektrischen Wirkungen angegeben sind. Bei der ersten Methode hat man nur statt der elektrisirten Kugel i einen vertikalen Magnetstab anzuwenden, den man mit seinem Nordpol dahin senkt, wo der Nordpol der Nadel im Ruhezustand sich befindet, nur dass man hierbei die Richtkraft der Nadel bei den in Rechnung zu ziehenden Ablenkungswinkeln zu berücksichtigen hat, indem der Abstossung die Summe der Torsionskraft und der Richtkraft das Gleichgewicht hält. Der Stab selbst muss sehr lang sein, damit der zweite Pol möglichst ohne Einfluss sei bei den verschiedenen Entfernungen der Nadel. Bei der zweiten Methode, welche in der Beobachtung der Schwingungsdauer besteht, vernichtet man die Einwirkung der Erde entweder durch einen zweiten Magneten, oder man bringt dieselbe in Rechnung.

Die Oscillationsdauer t ist nämlich bestimmt durch die Formel $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, in welchen g die beschleunigende Kraft ist, welche die Schwingungen hervorruft. Ist also der Werth der letzteren Kraft g' für den Fall, dass die Erde allein wirkt, g'' für den Fall, dass zugleich der Pol des Magnetstabes in der Entfernung d'' wirkt, und g''' für den Fall, dass dieser Pol die Entfernung d''' hat, und sind t' , t'' , t''' die zugehörigen Werthe der Schwingungsdauer, so hat man

$$g' : g'' : g''' = \frac{1}{t'^2} : \frac{1}{t''^2} : \frac{1}{t'''^2}, \text{ also}$$

$$g'' - g' : g''' - g' = \frac{1}{t''^2} - \frac{1}{t'^2} : \frac{1}{t'''^2} - \frac{1}{t'^2}$$

während $g'' - g'$ und $g''' - g'$ die von dem Magnetstab allein herührende Wirkung ausdrückt. Das Verhältniss dieser Wirkungen findet sich also durch alleinige Beobachtung der Zeiten t' , t'' , t''' . R.

Dreiklang heist ein Accord aus drei terzenweise unterschiedenen Tönen. Der verminderte Dreiklang aus zwei kleinen, und der übermässige aus zwei grossen Terzen zusammengesetzt, sind dissonirend; consonirend aber sind der Dur- und Molldreiklang, welche man auch vorzugsweise unter dem Namen Dreiklang (*trias harmonica*) zu verstehen pflegt.

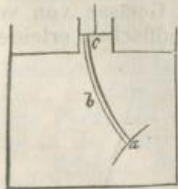
Der grosse, harte oder Dur-Dreiklang, besteht aus Grundton, grosser Terz und reiner Quinte, so dass die Stufe vom ersten zum 2ten Tone eine grosse, vom 2ten zum 3ten eine kleine Terz ist. Bei dem kleinen, weichen oder Moll-Dreiklang, der aus Grundton, kleiner Terz und reiner Quinte besteht, folgen diese beiden Tonstufen nur in umgekehrter Ordnung. Die bekannte Verschiedenheit in dem Eindrücke, den beide Dreiklänge hervorbringen, beruht offenbar auf der geringeren Einfachheit der Schwingungszahlen beim weichen. Denn wenn schon der zweite Ton, die Terz beim harten Dreiklang, ein einfacheres Verhältniss zum Grundton hat (4:5), als beim weichen (5:6), so tritt eine noch grössere Verschiedenheit durch Hinzufügung der Quinte ein, da die drei Töne des harten Dreiklangs durch die Zahlen 4 : 5 : 6 vorgestellt werden, die des weichen aber

nicht in kleineren ganzen Zahlen als 10:12:15 ausgedrückt werden können. Jedenfalls kommt diese Ansicht dem Wesen der Sache näher, als wenn man den Unterschied zwischen Dur und Moll aus dem Umstande erklären will, dass unter den mitklingenden Tönen einer Saite (S. Beitone) wohl die grosse, nicht aber die kleine Terz vorkomme worüber sich Göthe in einem Briefe an Zelter treffend äussert. S.

Druck. Wenn ein Körper durch Berührung mit einem andern Körper an der Bewegung gehindert wird, welche er anzunehmen oder fortzusetzen strebt, so zerlegt sich die bewegende Kraft des ersteren nach den Gesetzen des Parallelogramms der Kräfte in eine mit der Berührungsfläche parallele Kraft, welche denselben nach ihrer Richtung fortzubewegen strebt, und in eine auf dieser Fläche senkrechte Kraft, welche, da die Summe der Bewegungsmomente beider Körper durch die Berührung nicht geändert wird, in dem Maasse auf den zweiten Körper übergeht, als der erstere in Folge der Berührung an vorhandener oder anzunehmender Geschwindigkeit verliert. Ist die hieraus hervorgehende Einwirkung des ersten Körpers auf den zweiten unter Voraussetzung vollkommener Härte beider Körper in jedem unendlich kleinen Zeittheil unendlich klein, also einer beschleunigenden Kraft vergleichbar, so wird dieselbe Druck, im entgegengesetzten Falle Stoss genannt. Diese Unterscheidung wird dann auf die in der Natur vorkommenden Fälle übertragen, obgleich in der Wirklichkeit beim Zusammentreffen zweier Körper von ungleichen Geschwindigkeiten, wegen der Zusammendrückbarkeit derselben, nur eine stetige Aenderung der beiderseitigen Geschwindigkeiten stattfindet, also der Stoss sich eigentlich in einen während kurzer Zeit ausgeübten sehr starken Druck verwandelt.

Da die verschiedenen Fälle des Drucks fester Körper in den einzelnen betreffenden Artikeln abgehandelt werden, so beschäftigen wir uns hier nur mit dem Druck der flüssigen und der sogenannten halbflüssigen Körper.

Druck flüssiger Körper. Es befinde sich in einem Gefäss eine tropfbare oder elastische Flüssigkeit, welche durch einen Stempel gedrückt, ausserdem aber von keiner Kraft sollicitirt wird, im Zustande des Gleichgewichts. Um den aus dem Druck des Stempels hervorgehenden Druck auf eine beliebige Fläche (*a*) in der Flüssigkeit zu bestimmen, denken wir uns irgend ein Element dieser Fläche mit einem gleich grossen Element *c* der Fläche des Stempels durch einen auf diesen Elementen senkrecht stehenden und auf beiden Seiten der Mitte (*b*) gleichgestalteten Flüssigkeitsfaden verbunden, und diesen



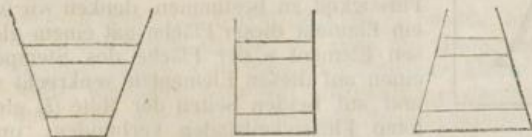
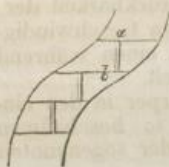
Faden durch eine Röhre von der übrigen Flüssigkeit abgesondert. Abstrahiren wir, wegen der vollkommenen Verschiebbarkeit der Flüssigkeitstheilchen, von der Reibung der Flüssigkeit an den Wänden der Röhre, so wird, nach denselben Betrachtungen wie im Artikel communicirende Röhren, die Flüssigkeit nur dann im Gleichgewicht sein, wenn sich die in der Röhre abgesonderte Flüssigkeit im Gleichgewicht befindet. Die Bedingung des Gleichgewichts der Flüs-

sigkeit in der Röhre ist aber, wegen der symmetrischen Gestalt der Röhre, keine andere, als dass der Druck auf die Flüssigkeit in c , in der Richtung von c nach b , gleich ist dem Druck auf die Flüssigkeit in a in der Richtung von a nach b , mithin auch gleich dem entgegengesetzten Druck der Flüssigkeit auf das Element der Fläche a . Eben so lässt sich zeigen, dass der Druck auf ein Element der Fläche a gleich ist dem Druck auf ein gleiches Element irgend einer anderen Fläche, und da dieses Resultat unabhängig ist von der Natur der Flüssigkeit, der Form ihrer Begrenzung und der Ursache des Drucks, so folgt,

dass in zusammenhängenden homogenen oder heterogenen Flüssigkeiten jeder auf einen Theil einer Fläche ausgeübte Druck in gleicher Stärke auf einen gleichen Theil jeder anderen Fläche wirkt, oder, mit anderen Worten, dass der Druck in einer Flüssigkeit sich nach allen Richtungen gleichmässig verbreitet.

Wirken auf die Flüssigkeit ausser dem Druck noch andere Kräfte, wie die Schwere, so setzen sich dieselben für jeden Theil der Flüssigkeit mit dem auf die Begrenzungsfläche ausgeübten Druck zu der vollständigen Wirkung zusammen, welche der Theil erleidet. Da die Schwere der horizontalen Bewegung eines Körpers Nichts entgegensetzt, so müssen alle in einer Horizontalebene befindlichen Theile einer schweren Flüssigkeit im Zustande des Gleichgewichts denselben Druck erleiden, weil im entgegengesetzten Falle der ungleiche horizontale Druck der Theilchen gegen einander eine Bewegung verursachen würde. In zwei verschiedenen Horizontalebenen aber ist der Druck auf irgend einen Theil der unteren Ebene gleich dem Gewicht der über demselben zwischen beiden Ebenen ohne Unterbrechung befindlichen Flüssigkeitssäule, vermehrt um den Druck, welchen die obere Fläche der Säule erleidet, z. B. der Druck auf b

gleich dem Gewicht der Säule ab , vermehrt um den Druck auf a u. s. w. Daraus ergibt sich leicht, dass heterogene Flüssigkeiten nur dann mit einander im Gleichgewicht sein können, wenn sämtliche Trennungsflächen derselben horizontal sind. Gefässe von verschiedenen Formen aber gleichen horizontalen Grundflächen erleiden,

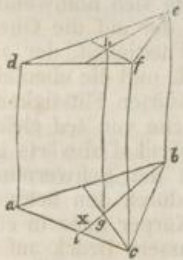


wenn sie bis zu den nämlichen Höhen mit gleichen Flüssigkeiten gefüllt sind, auf ihren Grundflächen denselben Druck. Sind die Gewichte einer Kubikeinheit der in einem Gefäss mit horizontalem Boden enthaltenen Flüssigkeiten resp. $p, p', p'' \dots$ die Höhen derselben $h, h', h'' \dots$, so ist, wenn der Druck auf die Einheit der oberen Fläche durch d bezeichnet wird, der Druck auf jede Einheit der Grundfläche

$$ph + p'h' + p''h'' \dots + d,$$

woraus sich unmittelbar das Gesetz der communicirenden Röhren ergibt.

Ebene, gegen die Horizontalebene beliebig geneigte Flächen erleiden von einer unmittelbar über denselben stehenden homogenen Flüssigkeit einen Druck, welcher gleich ist dem Gewicht einer senkrechten, prismatischen Flüssigkeitssäule, die zur Grundfläche die gedrückte Ebene und zur Höhe die Entfernung des Schwerpunktes dieser Ebene von dem Niveau der Flüssigkeit hat. Ist nämlich ω ein unendlich kleines Element der Ebene, z die Entfernung desselben von dem Niveau der Flüssigkeit und p das Gewicht einer Kubikeinheit des flüssigen Körpers, so ist der Druck auf ω gleich $pz\omega$, mithin der Gesamtdruck auf die ebene Fläche gleich $\int pz\omega = p \int z\omega$, wo sich die Integration auf die ganze Fläche bezieht. $\int z\omega$ ist aber gleich dem Produkt der Fläche in die Entfernung ihres Schwerpunktes von dem Niveau der Flüssigkeit. Um dasselbe Resultat auch auf elementarem Wege abzuleiten, sey die gedrückte Ebene das Dreieck abc ,



und die Entfernung der Punkte a, b, c von dem Niveau der Flüssigkeit resp. gleich den auf abc errichteten Normalen, ad, be, cf . Dann ist der Druck auf jedes Element des Dreiecks abc gleich dem Gewicht einer über demselben stehenden bis zur obern Fläche des senkrechten, schief abgeschnittenen Prismas $abcdef$ reichenden Flüssigkeitssäule, mithin der Druck auf das ganze Dreieck gleich dem Gewicht einer Flüssigkeitsmenge von dem Inhalt des ganzen Prismas. Nach einem bekannten Lehrsatz der Stereometrie ist aber der

Inhalt des Prismas gleich $abc \times \frac{ad + be + cf}{3}$ oder,

wie sich leicht beweisen lässt, gleich $abc \times hg$, wenn h und g die Schwerpunkte der beiden Dreiecke abc und def sind.

Die Mittelkraft dieses Drucks trifft indessen nicht den Schwerpunkt der gedrückten Fläche, sondern allgemein den Fußpunkt des Perpendikels, welches von dem Schwerpunkt des auf obige Weise construirten senkrechten Prismas auf die Grundfläche gefällt wird. Befindet sich in dem vorliegenden Falle b in dem Niveau der Flüssigkeit, so dass be gleich Null ist und das Prisma sich in eine vierseitige Pyramide verwandelt, so liegt der Mittelpunkt des Drucks (x) in der Linie bi , so dass $ix = \frac{1}{3}ib$.

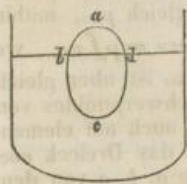
Erleidet die homogene Flüssigkeit auf ihrer Oberfläche einen Druck, z. B. von einer oder mehreren darüber stehenden Flüssigkeitsschichten, und ist d die auf die Flächeneinheit bezogene Grösse desselben, so ist der gesammte Druck auf eine ganz in der ersten Flüssigkeit befindliche Ebene, wenn der Flächeninhalt derselben g , die Entfernung ihres Schwerpunktes von der nächsten Trennungsfäche a ist, und p die vorhin angegebene Bedeutung behält

$$apg + dg.$$

Wird aber die Ebene von einer oder mehreren Trennungsfächen

getroffen, so muss für jeden Theil der Ebene der Druck besonders berechnet werden.

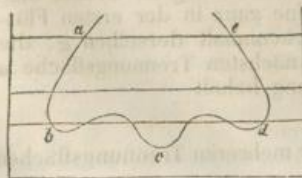
Um den Druck auf eine gekrümmte Fläche zu finden, zerlegt man den senkrechten Druck auf jedes Element der Fläche nach drei im Raum angenommenen Axen, und nimmt das Integral dieser Seitenkräfte in Bezug auf die Fläche. Die so erhaltenen drei Seitenkräfte des gesammten Drucks müssen sich immer wenigstens auf zwei Kräfte zurückführen lassen. Ist aber die Fläche die in der Flüssigkeit befindliche Oberfläche eines ganz oder zum Theil eingetauchten Körpers, so reduciren sie sich immer auf eine einzige vertikal nach oben gerichtete Mittelkraft.



Um dieses auf die einfachste Weise zu zeigen, sey $abcd$ der eingetauchte Körper und bcd der in der Flüssigkeit befindliche Theil desselben. Nimmt man den Körper weg und substituirt für den eingetauchten Theil desselben eine Flüssigkeit, welche in ihren horizontalen Schichten mit der umgebenden Flüssigkeit übereinstimmt, so werden die auf die substituirt Flüssigkeitsmenge wirkenden Kräfte sich nothwendig das Gleichgewicht halten. Diese Kräfte sind aber der auf die Oberfläche von bcd ausgeübte Druck der umgebenden Flüssigkeit, der auf bd vertikal abwärts wirkende atmosphärische Druck und die ebenfalls vertikal nach unten gerichtete Schwere der substituirt Flüssigkeitsmenge bcd . Mithin ist der Druck auf die Oberfläche von bcd gleich, aber entgegengesetzt der Summe dieser beiden vertikal abwärts gerichteten Kräfte, von welchen die erstere durch den Schwerpunkt des horizontalen Querschnitts bd und die letztere durch den Schwerpunkt der substituirt Flüssigkeit geht. Ist der Körper ganz in eine homogene Flüssigkeit eingetaucht, so fällt der äussere Druck auf bd fort, und die Mittelkraft des Drucks der Flüssigkeit geht durch den Schwerpunkt des von dem Körper eingenommenen Raums, welcher, wenn auch der Körper homogen ist, mit dem Schwerpunkt desselben zusammenfällt. Daraus folgt,

dass ein in eine homogene Flüssigkeit eingetauchter Körper dieselbe Wirkung erleidet, als ob die Schwere desselben in jedem Punkt um die Schwere der aus der Stelle gedrängten Flüssigkeit vermindert würde, und dass überhaupt das Gewicht eines in eine homogene oder heterogene Flüssigkeit eingetauchten Körpers um das Gewicht der aus der Stelle gedrängten Flüssigkeit vermindert wird.

Nur gehen in dem letzteren Falle die Mittelkraft des Drucks und die Schwere im Allgemeinen nicht durch denselben Punkt.



Betrachtet man den Gesamtdruck einer in einem Gefäß $abcde$ enthaltenen Flüssigkeit auf die Wände desselben, so sieht man leicht, dass sich derselbe ebenfalls auf eine einzige aber vertikal nach unten gerichtete Kraft reducirt. Denkt man sich nämlich die Wände als

unendlich dünn und das Gefäß von einer Flüssigkeit umgeben, welche in ihren horizontalen Schichten mit der in dem Gefäß enthaltenen Flüssigkeit übereinstimmt; so ist der äussere Druck auf die Wände gleich aber entgegengesetzt dem inneren Druck, da man, unbeschadet des Gleichgewichts auch die Wand wegnehmen könnte. Daraus folgt, dass die Mittelkraft des inneren Drucks gleich ist der Mittelkraft des auf die Oberfläche ae wirkenden und durch den Schwerpunkt derselben gehenden atmosphärischen Drucks und der durch den Schwerpunkt der eingeschlossenen Flüssigkeit gehenden Schwere dieser letzteren. Ist das Gefäß überall mit Luft umgeben, und kann man von dem Gewicht der aus der Stelle gedrängten Luft abstrahiren, so braucht nur die Mittelkraft aus der Schwere der Wände und der Flüssigkeit aufgehoben zu werden, um jede Bewegung des Gefässes zu verhindern. Ist das Gefäß geschlossen und mit einer tropfbaren oder expansiblen Flüssigkeit gefüllt, so kann man annehmen, dass die freie Oberfläche ae unendlich klein und der äussere Druck in diesem Punkt gleich der Spannung der eingeschlossenen Flüssigkeit sey. Alsdann ist die Mittelkraft des äusseren auf ae wirkenden Drucks gleich Null, und die Mittelkraft des Drucks der eingeschlossenen Flüssigkeit auf die Wände des Gefässes geht durch den Schwerpunkt der Flüssigkeit und ist gleich dem Gewicht derselben.

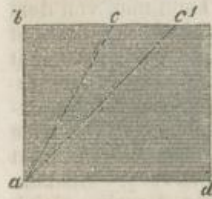
Druck halbflüssiger Körper. Die Theorie des Drucks pulverförmiger oder körniger Substanzen, wie Sand, Schrot, Getreide etc. wurde von *Coulomb* für einen besonderen Fall in den *Mémoires de mathématique et de physique*, Année 1773. p. 343. mitgetheilt, jedoch unter einer Voraussetzung, welche die Bestätigung der Theorie durch die Erfahrung sehr erschwert. *Hagen* hat daher diese Aufgabe in *Pogg. Ann.* XXVIII. 17. und 297. wieder vorgenommen, wesshalb wir seiner Darstellung hier folgen werden.

Schüttet man eine gleichförmige Sandmasse in Form eines Kegels oder Prismas auf, so werden die Seiten desselben bald eine solche Neigung gegen den Horizont annehmen, dass durch ferneres Nachschütten zwar die Höhe des Kegels oder Prismas vermehrt, aber der Winkel der Böschung nicht mehr vergrössert werden kann. Nimmt man den Fall aus, wo durch ganz leises behutsames Aufschütten sich einzelne herunterfallende Sandkörner vermöge ihrer Gestalt in die Seiten einfügen, andere gegen dieselben stemmen, und so ein gleichsam künstliches Ansteigen der Seiten bewirkt wird, so ist der Winkel der auf solche Weise entstandenen steilsten Böschung derselbe als derjenige, unter welchem eine gegen eine feste Wand gelagerte Sandmasse abfällt, wenn die Wand schnell entfernt wird. Zwischen diesem Winkel und dem Reibungscoefficienten der Sandtheile gegen einander besteht eine sehr einfache Relation. Bezeichnet man nämlich das Complement dieses Winkels, oder den Winkel der steilsten Seiten mit der Vertikale, durch φ' , so ist die Kraft, mit welcher ein Gewicht p gegen die Seite drückt, $p \sin \varphi'$ und die Kraft, mit welcher dasselbe sich in einer der Seite parallelen Richtung fortzubewegen strebt, $p \cos \varphi'$. Da aber diese letztere Kraft durch die Reibung genau aufgehoben wird, so hat man, wenn n den Reibungscoefficienten bezeichnet, die Gleichung

$$p \cos \varphi' = np \sin \varphi'$$

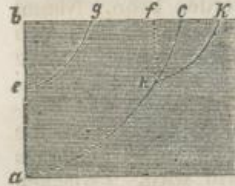
$$\text{oder } n = \cotg \varphi'; \quad \frac{1}{n} = \tg \varphi'.$$

Ist die Sandmasse nicht durch das Aufschütten selbst oder durch eine nachherige Erschütterung oder durch den eigenen Druck an verschiedenen Stellen ungleich comprimirt, so ist der Reibungscoëfficient überall derselbe, und daher die Seitenfläche des Kegels eine Fläche einfacher Krümmung oder die Seitenfläche des Prismas eine Ebene.



Es sey nun $abc'd$ der vertikale Durchschnitt einer weit verbreiteten Sandmasse mit horizontaler Oberfläche bc' , deren Druck gegen die vertikale rechteckige Wand ab bestimmt werden soll. Ist ac' der Durchschnitt der steilsten Seitenfläche, welche einem Prisma $ac'd$ gegeben werden kann, oder der Winkel bac' gleich φ' so wird auf ab nur das Sandprisma abc' wirken. Legt man aber durch die horizontale Durchschnittslinie der Ebene ac' mit ad andere Ebenen (ac), und berechnet den Druck der verschiedenen Prismen bac auf ab , so findet man, wie sich im Verlauf unserer Darstellung ergeben wird, dass für einen gewissen Werth von $\varphi = bac$, welcher kleiner ist als φ' , der Druck des Prismas abc gegen die Fläche ab ein Maximum erreicht. Da nun jedes kleinere Prisma bac eben so gut wie das Prisma bac' auf die Wand ab wirkt, so reducirt sich die obige Aufgabe darauf, das Prisma des stärksten Drucks zu finden, und dessen Wirkung auf ab zu berechnen.

Zunächst entsteht die Frage, ob das Prisma des stärksten Drucks statt durch eine Ebene nicht durch eine andere Fläche begrenzt sein könnte? Für den Fall, dass die Beschaffenheit des Sandes überall dieselbe sey, lässt sich nach Hagen die Begrenzung durch eine Ebene in folgender Weise zeigen:



Es sey abc der Durchschnitt desjenigen Prismas, welches auf ab den stärksten Druck ausübt. Da der Sand als vollkommen homogen angenommen ist, so wird das Prisma des stärksten Drucks auf $bc = fh$ durch eine Fläche eg, hk begrenzt, welche der Fläche ac ähnlich ist. Der Druck des Prismas bac auf ba besteht aber aus dem Druck des vierseitigen Prismas $bahf$ und dem auf fh ausgeübten, durch die Sandmasse ganz oder zum Theil nach ba fortgepflanzten Druck des Prismas fhc , so dass fhc ebenfalls für fh das Prisma des stärksten Drucks ist, also hk mit hc zusammenfallen muss, was nicht anders möglich ist, als wenn ac den Durchschnitt einer Ebene darstellt.

Um nun den Druck irgend eines von einer Ebene ac begrenzten Prismas abc auf die Wand ab zu bestimmen, sey $a = ab$ die Höhe des Sandes, b die horizontale Breite der Wand und p das Gewicht einer Kubikeinheit Sand. Alsdann ist das Gewicht des Prismas $a^2 b p \tg \varphi$. Zerlegt man dieses vertikal abwärts wirkende Gewicht



in einen auf ac senkrechten Druck und in eine mit ca parallele Kraft, so erhält man für diese beiden Kräfte resp.

$$\frac{1}{2}a^2bp \operatorname{tg} \varphi \sin \varphi$$

$$\frac{1}{2}a^2bp \operatorname{tg} \varphi \cos \varphi.$$

Ist nun n der Reibungscoefficient in der Fläche ac , so wird die mit ac parallele Kraft um $\frac{1}{2}na^2bp \operatorname{tg} \varphi \sin \varphi$ vermindert, und man erhält für den durch den Schwerpunkt des Prismas gehenden, also die Wand ab in $\frac{1}{2}$ der Höhe, von a aus gerechnet, treffenden mit ca parallelen Druck

$$(1) \quad d = \frac{1}{2}a^2bp \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi)$$

Nimmt man nun mit Coulomb an, dass die Wand ab nach allen Richtungen frei beweglich sey, so wird man d in eine auf ab senkrechte und in eine mit ab parallele Kraft zerlegen, die letztere um die Reibung des Sandes an der Wand vermindern, aus dieser verminderten vertikalen Kraft und dem senkrechten Druck gegen die Wand die Mittelkraft suchen und den dem Maximum dieser Mittelkraft entsprechenden Werth des Winkels φ bestimmen müssen. Dieser Werth von φ in die erhaltenen Ausdrücke eingesetzt, bestimmt dann die Richtung und Grösse des Drucks gegen die Wand ab . Aber abgesehen von der schwierigen Beobachtung eines solchen schief gegen den Horizont wirkenden Drucks wird der gefundene Werth des Winkels φ , da er noch von der Reibung des Sandes gegen die Wand ab abhängt, wenig Sicherheit haben. Auch würde die Lösung der Aufgabe kaum ein praktisches Interesse darbieten, da z. B. in den Fällen, wo man den Druck erdiger Massen gegen eine Wand zu bestimmen hat, dieselbe in Bezug auf vertikale Bewegung als absolut fest angenommen werden kann. Hagen hat es daher vorgezogen, unter der Voraussetzung, dass der vertikale Druck des Sandes durch die Befestigung der Wand aufgehoben wird, den horizontalen Druck zu bestimmen, dessen Maximum übrigens nicht mit dem Maximum des schräg wirkenden Drucks zusammenfällt.

Derselbe ist für einen beliebigen Werth des Winkels φ

$$D = \frac{1}{2}a^2bp \operatorname{tg} \varphi \sin \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi)$$

oder

$$(2) \quad D = \frac{1}{2}a^2bp A, \quad \text{wenn}$$

$$(3) \quad A = \operatorname{tg} \varphi \sin \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi)$$

Setzt man das Differential dieses Ausdrucks nach φ gleich Null, so erhält man zur Bestimmung des dem grössten Druck zugehörigen Werthes von φ die Gleichung

$$(4) \quad 0 = \sqrt{\operatorname{tg} \varphi}^3 + 3 \operatorname{tg} \varphi - \frac{2}{n},$$

und daraus

$$(5) \quad \operatorname{tg} \varphi = \sqrt[3]{\sec \varphi' + \operatorname{tg} \varphi'} - \sqrt[3]{\sec \varphi' - \operatorname{tg} \varphi'},$$

wenn, wie oben, $\frac{1}{n} = \operatorname{tg} \varphi'$ gesetzt wird.

Durch Einführung des Winkels φ' verwandelt sich auch der Ausdruck für A in den für logarithmische Berechnung bequemeren

$$(6) \quad A = \operatorname{tg} \varphi \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'} \sin (\varphi' - \varphi)$$

Zur Beobachtung des Drucks bediente sich Hagen einer um eine horizontale Axe mit sehr geringer Reibung drehbaren vertikal herabhängenden ebenen Wand, welche mittelst eines horizontalen und über eine Rolle geleiteten Fadens durch ein Gewicht gegen eine genau anschliessende horizontale Ebene gedrückt wurde. Auf die horizontale Ebene wurde der Sand gegen die vertikale Wand mit Hülfe einer Chablone so aufgeschüttet, dass die obere Fläche desselben möglichst horizontal war und die auf der Wand senkrecht stehenden Seitenflächen sich so gegen den Horizont neigten, dass sich der Sand noch bequem auf denselben erhalten liess. Auf diese Weise bleiben die Beobachtungsergebnisse befreit von störenden Einwirkungen auf die Seiten des Sandes. Doch bedurfte es wegen der Gestalt der Fläche, in welcher der Sand mit der Ebene zusammen traf, noch einiger Rechnungen.



Ist diese Fläche das Parallelogramm $abcd$, $be = a$, $bc = b$, so ist der Druck auf das Rechteck $ebcf$ nach (2)

$$\frac{1}{2} a^2 b p A,$$

also, da die Mittelkraft dieses Drucks das Rechteck $ebcf$ in $\frac{1}{3}$ der Höhe trifft, das Moment des Drucks in Beziehung auf die Drehungsaxe, wenn die Entfernung derselben von der Horizontalebene ad durch l bezeichnet wird,

$$\frac{1}{2} a^2 b p A (l - \frac{1}{3} a).$$

Um den Druck auf die beiden Dreiecke abe und dcf , oder vielmehr, was eben so leicht geschehen kann, das Moment dieses Drucks in Bezug auf die Drehungsaxe zu bestimmen, so zerlegen wir dieselben in sehr schmale vertikale Streifen. Ist die Grundlinie ae oder df eines Dreiecks gleich g , die Entfernung eines Streifens von a oder d gleich x und die Breite desselben dx , so ist der auf den Streifen ausgeübte Druck

$$\frac{1}{2} \frac{a^2 x^2}{g^2} p A dx,$$

und das Moment dieses Drucks in Beziehung auf die Drehungsaxe

$$\frac{1}{2} \frac{a^2 x^2}{g^2} p A \left(l - \frac{1}{3} \frac{ax}{g} \right) dx$$

mithin das Moment des auf ein Dreieck ausgeübten Drucks gleich dem Integral dieses Ausdrucks von $x = 0$ bis $x = g$, oder

$$\frac{1}{2} a^2 g p A (l - \frac{1}{3} a),$$

und somit die Summe der Momente für beide Dreiecke, wenn $2c$ die Summe ihrer Grundlinien ist

$$\frac{1}{2} a^2 c p A (l - \frac{1}{3} a).$$

Das Moment des ganzen auf die Fläche $abcd$ ausgeübten Drucks in Beziehung auf die Drehungsaxe ist daher

$$\frac{1}{2}a^2pA \left\{ l - \frac{1}{2}a \right\} - \frac{2}{3}c \left(l - \frac{1}{2}a \right),$$

mithin, wenn wir durch G das an dem horizontalen Faden wirkende Gewicht, welches diesem Druck gerade das Gleichgewicht hält, und durch λ die Entfernung des Angriffspunktes des Fadens von der Drehungsaxe bezeichnen,

$$(7) \quad G = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} a^2 p A \left\{ l - \frac{1}{2} a \right\} - \frac{2}{3} c \left(l - \frac{1}{2} a \right).$$

Bei den von Hagen mitgetheilten Beobachtungen mit trockenem berliner Sand war $l = 30,52$, $\lambda = 26,02$ und $b + 2c = 15,17$ Zoll, φ' zwischen 54 und 58° , wofür 55° angenommen wurde, und $p = 1,87$ Loth.

Für die Höhen $a = 2; \quad = 3; \quad = 4$ Zoll,
war $b = 9,10; \quad = 6,07; \quad = 3,03$ -
also $2c = 6,07; \quad = 9,10; \quad = 12,14$ -

und die Beobachtung ergab im Mittel $G = 8,45; \quad = 16,65; \quad = 22,35$ Loth.

Die berechneten Resultate sind dagegen

$$\varphi = 38^\circ 16', 0; \quad A = 0,17171,$$

und darnach für

$$a = 2; \quad = 3; \quad = 4,
G = 8,20; \quad = 14,96; \quad = 20,50.$$

Um bestimmter den Grad der Uebereinstimmung der Theorie mit der Beobachtung zu übersehen, kann man aus den gefundenen Werthen von G den Winkel φ' berechnen.

Eliminirt man n aus den Gleichungen (3) und (4), so erhält man

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{3A}{1-A},$$

und da A durch die Gleichung (7) gegeben ist, so ergibt sich φ' durch die Gleichung (4), nämlich

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} (\operatorname{tg} \varphi + 3 \operatorname{tg} \varphi).$$

Bei den angeführten Beobachtungen ist der mittlere Werth von A gleich $0,185$, woraus folgt $\varphi = 39^\circ 32'$ und somit $\varphi' = 56^\circ 39'$, welcher Werth zwischen die beobachteten Neigungen 54° und 58° fällt.

Hagen hat zur Erleichterung der Rechnung seiner Abhandlung eine Tabelle der zugehörigen Werthe von φ' , φ und A beigelegt, aus welcher wir folgende Zahlen entnehmen:

Für $\varphi' = 0^\circ$ ist $\varphi = 0;$	$A = 0$
- $\varphi' = 30^\circ$ - $\varphi = 20^\circ 13';$	$A = 0,04325$
- $\varphi' = 60^\circ$ - $\varphi = 42^\circ 11';$	$A = 0,21500$
- $\varphi' = 90^\circ$ - $\varphi = 90^\circ;$	$A = 1.$

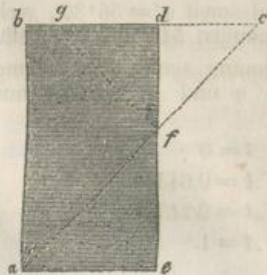
Man sieht, wie wir im Anfange erwähnten, dass φ stets kleiner ist, als φ' . Ist die Reibung in der Masse gleich Null, so ist $\varphi' = \varphi$ und $A = 1$, und die Gleichung (2) verwandelt sich in

$$D = \frac{1}{2} a^2 b p,$$

was mit dem Druck einer Flüssigkeit auf die Wand ab übereinstimmt.

Aus dem Vorigen ersieht man, dass das Unsicherste bei den Beobachtungen diejenige Neigung ist, bei welcher die Reibung durch die mit der geneigten Fläche parallelen Seitenkraft der Schwere gerade aufgehoben wird. Diese Neigung scheint, wie wir bereits andeuteten, nicht diejenige zu sein, welche durch fortgesetztes leises Aufschütten erreicht werden kann. So z. B. zeigte der namentlich an einigen Ufern der Ostsee sich ansammelnde schwarze magnetische Streusand (welcher nicht die Zusammendrückbarkeit des gewöhnlichen Sandes hat, dessen Körner, unter dem Mikroskop betrachtet, nicht sehr an Grösse verschieden sind und keine scharfen Ecken haben, welcher mithin alle zu den Versuchen erforderliche Eigenschaften zu besitzen scheint), wenn eine Wand, gegen welche derselbe geschüttet war, schnell entfernt wurde, die steilste Neigung zwischen 60° — 63° gegen die Vertikale, und bei wiederholtem Aufbringen kleiner Sandmassen konnte dieselbe bis auf 55° vermindert werden. Der aus dem Mittel der Beobachtungen abgeleitete Werth von φ' dagegen war $63^{\circ}44'7$. Bei Schrot, dessen Körner eine Linie im Durchmesser hielten, war die steilste Neigung zwischen 65° und 68° , der berechnete Werth von φ' aber $67^{\circ}43'$. Ueberhaupt zeigen die beobachteten Werthe nur dann eine hinreichend genügende Uebereinstimmung mit den berechneten, wenn die Versuche mit ganz trockenem, nicht cohärentem Sande angestellt werden, welcher durch sein eigenes Gewicht wenigstens nicht zu merklich zusammensinkt, und wenn alle äusseren Einwirkungen, welche den Sand comprimiren, wie selbst leise Erschütterungen oder Abstreichen der nicht ganz ebenen Flächen, vermieden werden.

Will man den Druck einer in einem hinreichend geräumigen viereckigen Kasten enthaltenen Masse gegen eine um eine feste Axe drehbare Wand berechnen, so muss man von dem Gewicht des drückenden Prismas die an den Seitenflächen entstehende Reibung subtrahiren, und den Winkel bestimmen, welcher dem Maximum des nach dieser Subtraction resultirenden horizontalen Drucks entspricht, eine Rechnung, welche, wenn der Reibungscoefficient zwischen dem Sande und der Wand bekannt ist, nach dem Vorigen keine Schwierigkeit hat.



Befindet sich eine Sandmasse zwischen zwei vertikalen Wänden ab und ed , welche so nahe beisammen stehen, dass sich das vorhin betrachtete dreiseitige Prisma des stärksten Drucks nicht vollständig bilden kann, so könnte es auf den ersten Augenblick scheinen, als ob der Druck auf ab dem Druck desjenigen vierseitigen Prismas $abfd$ gleich zu setzen sey, welches von allen Prismen dieser Art die stärkste Wirkung

liefert. Der so berechnete Druck ist indess bedeutend geringer, als ihn die Beobachtung ergiebt, wodurch Hagen zu der Ansicht geführt wurde, dass der Druck des Prismas $abfd$ durch den von einem Prisma gfd herrührenden Druck auf df , oder vielmehr durch die aus diesem Druck entspringende Rückwirkung der Wand df auf die anliegende Sandmasse, in derselben Weise vermehrt wird, als ob das Prisma $abfd$ durch ein dem Prisma gfd congruentes Prisma efd ergänzt würde, doch so, dass beide Theile durch eine in vertikaler Richtung unbewegliche Wand von einander getrennt bleiben. Der einfacheren Rechnung wegen, obgleich nicht vollkommen streng, wird dann noch angenommen, dass Winkel $dfg = baf = \varphi$, und φ durch die Gleichung (5), nämlich

$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt[3]{\sec \varphi' + \operatorname{tg} \varphi'} - \sqrt[3]{\sec \varphi' - \operatorname{tg} \varphi'}$$

bestimmt werde.

Behält man die früheren Bezeichnungen bei, so ist der horizontale Druck des Prismas gfd auf die Wand cf gleich

$$\frac{1}{2} df^2 \cdot b \cdot p \cdot \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) \sin \varphi$$

und die Kraft, mit welcher dasselbe vertikal abwärts strebt,

$$\frac{1}{2} df^2 \cdot b \cdot p \cdot \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) \cos \varphi.$$

Die erste Kraft wirkt ungeschwächt zurück von der Wand auf die anliegende Sandmasse, verursacht aber durch die an der Wand entstehende Reibung eine Verminderung der zweiten Kraft um

$$\frac{1}{2} \nu \cdot df^2 \cdot b \cdot p \cdot \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) \sin \varphi,$$

wo ν den Reibungscoefficienten zwischen dem Sand und der Wand bezeichnet.

Der übrig bleibende Druck ist daher

$$\frac{1}{2} \cdot df^2 \cdot b \cdot p \cdot \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) (\cos \varphi - \nu \sin \varphi)$$

Zerlegen wir nun diesen vertikalen und den oben gefundenen horizontalen Druck in eine auf fa senkrechte und in eine mit dieser Richtung parallele Kraft, so erhalten wir für die Summe der aus der Rückwirkung der Wand df entspringenden mit fa parallelen Kräfte

$$\frac{1}{2} df^2 \cdot b \cdot p \cdot \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) \{ \sin \varphi^2 + (\cos \varphi - \nu \sin \varphi) \cos \varphi \}$$

Addirt man hierzu den durch das Prisma $abfd$ bewirkten schrägen Druck, nämlich

$$\frac{1}{2} bp (ab^2 - df^2) \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi),$$

so ist der gesammte schräge Druck auf die Wand ab

$$\frac{1}{2} bp \operatorname{tg} \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) (ab^2 - \nu df^2 \sin \varphi \cos \varphi),$$

welcher Ausdruck noch mit $\sin \varphi$ multiplicirt werden muss, um den horizontalen Druck auf ab zu erhalten.

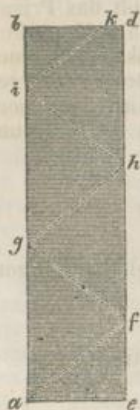
Will man das Verhältniss dieses Drucks (K') zu dem Druck K einer breiteren Aufschüttung bestimmen, so kann man das Verhältniss der schrägen Drucke nehmen, da der Winkel φ für beide Drucke als gleich angenommen ist.

Da bei einer hinreichend breiten Aufschüttung der mit fa parallele Druck gleich ist

$$\frac{1}{2}bp \lg \varphi (\cos \varphi - n \sin \varphi) ab^2,$$

so erhält man

$$K' = \frac{ab^2 - vdf^2 \sin \varphi \cos \varphi}{ab^2} K.$$



Rücken die beiden Wände noch näher zusammen, so dass die Ebene fg die Oberfläche noch nicht trifft, und man daher ein drittes und vielleicht eben so noch ein viertes, fünftes Prisma u. s. w. in Betracht ziehen muss, so kann man leicht den Druck gegen die ganze Vorderwand finden, wenn man rückwärts von den kleinern Prismen anfängt, und deren Druck auf die grösseren überträgt. Nennt man die Höhen der verschiedenen Prismen

$$ab = a$$

$$df = B = a - c \cotg \varphi$$

$$bg = C = a - 2c \cotg \varphi$$

$$dh = D = a - 3c \cotg \varphi$$

u. s. f., wo $c = ae$, und setzt ausserdem

$$\frac{1}{v} \sin \varphi \cdot \cos \varphi = 1 = N,$$

so erhält man den horizontalen Druck K' gegen die Wand ab :

$$K' = \frac{a^3 - (1-N)(B^3 + N \cdot C^3 + N^2 D^3 + N^3 E^3 + \dots)}{a^2} K,$$

wo K wieder die frühere Bedeutung hat.

Das Verhältniss der Kräfte K' und K kann indess nur mit einer gewissen Annäherung dem Verhältniss ihrer Momente in Bezug auf dieselbe horizontale Drehungsaxe gleich gesetzt werden, da die Richtungen der Kräfte die Wand ab nicht genau in derselben Höhe treffen.

Ist der Sand an beiden Seiten nicht frei, sondern in einen Kasten eingeschlossen, so muss noch die Reibung an den Seitenwänden in Rechnung gezogen werden.

Eine sehr passende Anwendung dieser Theorie wurde von Hagen zur Bestimmung des Reibungscoefficienten des Sandes gegen verschiedene Körper gemacht. Beschüttet man vertikal stehende prismatische Körper mit Sand, so ist die zum Herausziehen derselben erforderliche Kraft gleich dem Gewicht der Körper, vermehrt um die aus dem Druck des Sandes hervorgehende Reibung. Ist aber der Druck des Sandes und die Grösse der Reibung bekannt, so findet man den Reibungscoefficienten unmittelbar durch Division der ersteren Grösse in die letztere. Hagen machte hierbei die Voraussetzung, dass der Druck der auf die Seitenflächen des eingetauchten Körpers wirkenden prismatischen Sandmassen nicht durch die übrigen gegen die Kanten treffenden Sandmengen gestört werde, was sich dadurch bestätigte, dass prismatische und cylindrische Körper von gleicher Beschaffenheit der Oberfläche unter Anwendung der Gleichung (2)

denselben Reibungscoefficienten gaben. Die erhaltenen Resultate waren folgende:

Beschreibung der Prismen.	Umfang des Querschnitts.	Reibungs-coefficient.
a) Beschüttet mit schwarzem Streusand.		
No. 1. raufgefeilte Scheibe von Zuckerkistenholz	4,15	0,88
- 2. glattgehobelte Scheibe v. Zuckerkistenholz	7,15	0,74
- 3. dessgleichen	1,15	0,63
- 4. glattgehobelte Scheibe von Lindenholz	8,7	0,65
- 5. dessgleichen	4,6	0,71
- 6. matt geschliffene Glasscheibe	10,0	0,67
- 7. Glasscheibe von Spiegelglas	6,8	0,46
- 8. Cylinder von Buchenholz, glatt gedreht	2,76	0,84
- 9. Cylinder von Messing, stark befasst	2,67	0,81
- 10. dessgleichen, sorgfältig polirt	5,5	0,42
- 11. Glasylinder	3,64	0,58
- 12. dessgleichen	6,6	0,40
b) Beschüttet mit Schrot.		
- 13. die Glasscheibe von No. 7.	6,8	0,45
- 14. der messingene Cylinder No. 10.	5,5	0,47
- 15. Scheibe von Messing	2,16	0,54
- 16. Cylinder von Birkenholz	2,76	0,57
- 17. die raufgefeilte Scheibe No. 1.	4,15	0,78

Wendet man die Formel (2) zur Bestimmung des Seitendrucks einer in einer cylindrischen Röhre enthaltenen Sandmasse an, so erhält man für den Druck (*D*) des Sandes auf den Boden der Röhre, wenn *r* den Halbmesser desselben, *a* die Höhe des Sandes und *v* den Reibungscoefficienten des letzteren gegen die innere Wandfläche bezeichnet

$$D = pr^2 \pi a - vpr \pi a^2 A.$$

Diese Formel ist jedoch, wie sich von selbst versteht, nur so lange gültig, als sich das zu jedem vertikalen Element der gedrückten Wandfläche gehörige Prisma des stärksten Drucks vollkommen bilden kann. Doch stimmt sie noch ziemlich gut mit den Beobachtungen überein, wenn man für grössere Höhen als solche, welche dem Maximum des durch die Formel bestimmten Werthes von *D* entsprechen, den Druck als constant annimmt.

Schwarzer Streusand, für welchen *p* = 2,82 Loth und *A* = 0,2534, in eine gläserne Röhre von dem Halbmesser *r* = 1,024 Zoll geschüttet, gab, wenn *v* = 0,48 angenommen wird

für $a = 1; = 2; = 3; = 4; = 5$ Zoll
 nach d. Beobachtung *D* = 7,9; = 14,8; = 18,7; = 22,1; = 20,5 Loth
 nach d. Berechnung *D* = 8,13; = 14,07; = 17,80; = 19,34.

Für $a = 4,20$ erreicht das D Maximum 19,38 Loth, welches demnach dem Druck bei 5 Zoll gleich zu setzen wäre.

Aus dieser schnellen Annäherung des Drucks an ein Maximum erklärt sich die Erfahrung Huber-Burnaud's, (Pogg. Ann. XVI. 316.) dass der Druck des Sandes und ähnlicher Körper, wie Erbsen, Getreide etc., auf den Boden eines Gefässes nicht von der Höhe der drückenden Säule abhängt, noch durch einen Druck auf die Oberfläche des Sandes vermehrt werden könne, so wie die bekannte Anwendung des Sandes und anderer pulverförmiger Körper zum Sprengen. Auch hängt hiermit die für kurze Zeitbestimmungen vielleicht von Wichtigkeit werdende Beobachtung Huber-Burnaud's zusammen, dass die Ausflussgeschwindigkeit des Sandes aus einer schmalen, in dem Boden eines Gefässes angebrachten Ritze constant und die ausfliessende Menge der Länge der Ritze proportional ist, also die jetzt fast vergessene Sanduhr allerdings auf einem richtigen physikalischen Princip beruht. Rr.

Druckpumpe s. Pumpe.

Dualisten nennt man die Anhänger der Symmer'schen Hypothese über die Elektrizität, nach welcher die positive und negative Elektrizität besonderen Fluidis zugeschrieben wird. R.

Duckstein, gleichbedeutend mit Kalktuff und Trass. (s. diese). B.

Dünnstein, ein beim Ausschmelzen des Kupfers aus seinen Erzen sich bildendes Produkt, das in einer dünnen Schicht das geschmolzene Schwarzkupfer (unreines Kupfer) bedeckt und hauptsächlich aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen besteht. Vgl. Kupfer. B.

Dunst s. Dampf.

Dunstkreis s. Luft.

Duplicator. Der Duplicator hat, wie der Condensator und Collector, den Zweck, geringe Spuren von Elektrizität zu entdecken. Die letzten beiden Instrumente erfordern indess, dass die Elektrizität entweder in grösserer Menge vorhanden ist, und nur deswegen nicht direct auf ein einfaches Elektroskop wirkt, weil dieselbe über einer grossen Fläche verbreitet und daher von zu geringer Spannung ist, oder dass wenigstens die dem Condensator oder Collector mitgetheilte E sich sogleich wieder auf dem zu prüfenden Körper ersetzt, wie z. B. die durch Contact, durch Chemismus oder Aggregatzustandsänderung erzeugte Elektrizität.

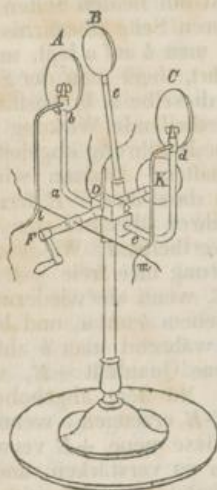
Der Duplicator dagegen macht auch sehr geringe, sich erschöpfende Mengen von Elektrizität wahrnehmbar. Er besteht nach der Einrichtung, die ihm sein Erfinder Poennet gab, aus drei Messingscheiben a, b, c , von denen zwei, z. B. b und c , mit isolirenden Handgriffen versehen sind, während die dritte a als Deckel auf das Gold-

blattelektrometer sich schrauben lässt. *b* ist auf beiden Seiten, *a* und *c* auf einer Seite, und zwar *a* auf der oberen Seite überfirnisst.

Der Gebrauch ist folgender: Während man *b* auf *a* legt, und den unüberfirnissten Rand von *b* ableitend berührt, theilt man der Scheibe *a* von unten die zu prüfende *E* mit. Ist dieselbe z. B. positive, so trennt sich in der Scheibe *b* durch die vertheilende Wirkung von *a*, die $+E$ von der $-E$; die $+E$ wird durch die Berührung abgeleitet und die $-E$ bleibt in Folge der Bindung haften. Alsdann wird die Scheibe *b* wiederum von *a* abgehoben, so dass ihre $-E$ frei wird, und nachgebends auf die Scheibe *c* mit ihrer überfirnissten Fläche gelegt. Diese $-E$ wirkt auf *c* eben so vertheilend, wie vorher *a* auf *b*; es wird der Scheibe *c* durch Berührung ihre freie $-E$ entzogen, und es zeigt dieselbe daher freie $+E$, wenn sie wiederum von *b* abgehoben wird. Deckt man nun von neuem *b* auf *a*, und berührt die Unterseite von *a* mit der Scheibe *c*, während man *b* ableitend berührt, so erhält die Scheibe *a* eine neue Quantität $+E$, welche eine neue Quantität $-E$ auf *b* entwickelt. Mit dem abgehobenen *b* lässt sich nun auf *c* eine neue Quantität $+E$ erzeugen, wenn man wie vorher *c* auf *b* legt und *c* berührt. Diese neue $+E$ verwendet man wieder dazu, um die Elektrizität auf *a* zu verstärken, und wiederholt das Spiel so lange, bis die Elektrizität auf *a* intensiv genug ist, um auf das Elektrometer zu wirken.

Es zeigt indess das Elektrometer oft eine Divergenz, wenn man dies Verfahren anwendet, ohne vorher dem *a* Elektrizität mitgetheilt zu haben. Cavallo schrieb dies anfangs der Elektrizität zu, welche sich durch gegenseitige Berührung der Firnissschichten erzeuge, und durch jene Manipulation vervielfältigt werde. Desswegen änderte er die Einrichtung des Instruments dahin ab, dass er die Scheiben ungefirnisst auf Trägern von Glas vertikal hinstellte, und ihre Flächen bis auf $\frac{1}{4}$ einander nähern konnte. Es vertrat hierbei die Luftschicht den Firnis. Jedoch erhielt Cavallo dessen ungeachtet nach 10—20maligem Verdoppeln Funken, selbst wenn keine *E* irgend wie zugeführt worden war. Diese Erscheinung schreibt man zum Theil (und diess geschah auch von Cavallo) kleinen Quantitäten Elektrizität zu, die noch von früheren Versuchen übrig geblieben waren, und die wegen ihrer geringen Spannung sich schwer entfernen lassen, zum Theil derjenigen Elektrizität, welche durch die Fingerberührung entsteht. Man vermeidet daher zu grösserer Vorsicht, jetzt die Berührung direct mit den Fingern vorzunehmen, und vermittelt sie durch Mousselin oder Fliesspapier.

Bequem ist folgende schon 1788 von Nicholson angegebene Einrichtung. Durch einen Messingwürfel *D* geht eine Welle *FK*, deren vorderer Theil *FD* von Glas, der hintere *DK* von Messing ist. Bei *K* befindet sich eine Messingkugel, bei *F* eine Kurbel. Von *D* aus gehen zwei Glasstangen *ab* und *cd*, an welchen die in einerlei Ebene befindlichen Metallscheiben *A* und *C* befestigt sind. Die mittlere Scheibe *B* ist allein beweglich, indem sie mittelst eines gläsernen Trägers *e* auf die Welle aufgesetzt ist. Durch Bewegung der Kurbel bringt man dieselbe abwechselnd vor die Scheiben *A* und *C*, von denen sie dann nur durch eine dünne Luftschicht getrennt ist. Sobald sich die Scheibe *B* vor *A* befindet, wird sie von einem aus *D* entspringen-



den Draht berührt, welcher sie in leitende Verbindung mit der Kugel *K* setzt. Tritt *B* vor *C*, so kommt ein an der Welle befestigter Draht mit *C* in Berührung, und stellt eine Verbindung zwischen *C* und *K* her. Ein dritter Draht *lm* endlich, der durch eine auf dem gläsernen Theil der Welle befestigte Hülse geht, schlägt gegen zwei von *A* und *B* ausgehende Drähte in dem Moment, in welchem *B* vor *A* tritt. Es wird somit, wenn *K* mit dem zu untersuchenden Körper berührt worden ist, und dadurch etwa $+E$ empfangen hat, zunächst, wenn *B* vor *A* steht, die $+E$ aus *K* in *B* übergeführt, die $-E$ in *A* wird gebunden und die $+E$ nach *C* getrieben. Wird dann die Kurbel gedreht, so dass *B* vor *C* tritt, so wird auch in *C* die $-E$ gebunden, die $+E$ nach *K* hingetrieben. Diese $+E$ ersetzt in *E* den

schon verbrauchten Theil seiner Elektricität, und wird bei der Duplication zum Ueberführen nach *B* benutzt, wenn die Kurbel von neuem zurückgedreht wird.

Die elektrischen Wirkungen, welche zuweilen auch bei dieser Einrichtung wahrgenommen werden, ohne dass eine Elektrisirung von *E* vorhergegangen ist, schreibt Bohnenberger einer zufälligen Ursache zu, wie dem Abwischen des Staubes von den Scheiben und Glassäulen, dem Aushauchen und Wegdampfen des Athems etc., indem er nie Spuren von Elektricität erhalten zu haben behauptet, sobald er die Scheiben getrennt und mit dem Erdboden in Berührung eine Nacht hindurch der freien Luft ausgesetzt hätte. R.

Dur, s. Dreiklang, Tonleiter, Tonart.

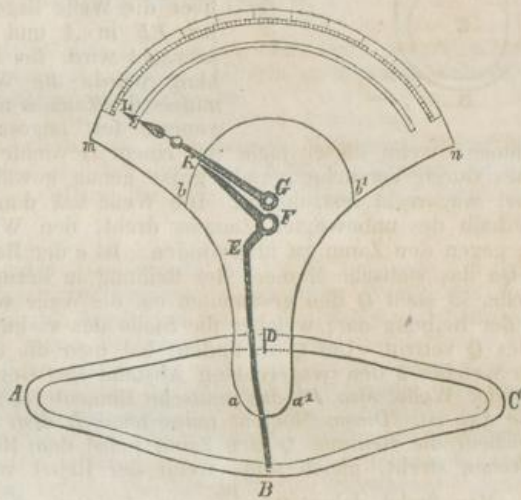
Durchsichtigkeit s. Undurchsichtigkeit.

Dynamik s. Mechanik.

Dynamist. Wenn dem grossen Philosophen Kant, indem er die Möglichkeit der Materie aus einer Zurückstossungskraft und einer Anziehungskraft erklärte, von welchen die erstere das Eindringen einer Materie in eine andere, die letztere aber die Zerstreuung der Materie ins Unendliche verhindere, die *petitio principii* begegnete, in der Erklärung die Materie schon als vorhanden anzunehmen, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn spätere Naturphilosophen, die sogenannten Dynamisten, die Materie selbst als aus dem Conflict der Zurückstossungskraft und der Anziehungskraft hervorgehend betrachteten, während doch Zurückstossungskraft und Anziehungskraft die ihrem Wesen nach uns unbekannt Ursachen der freiwilligen Entfernung oder Annäherung zweier Massen bezeichnen. Diese Theorie,

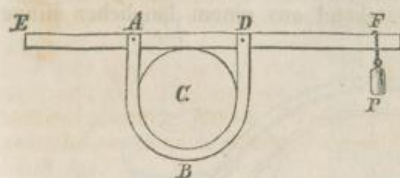
welche dynamische Theorie genannt wird, hat in der heutigen Physik nur noch ein historisches Interesse. Rr.

Dynamometer, Kraftmesser, also überhaupt jede zur Messung von Kräften dienende Vorrichtung. Gewöhnlich versteht man darunter Vorrichtungen zur Messung der Stärke von Menschen und Thieren, so wie der bewegenden Kräfte bei Maschinen. Für den ersteren Zweck haben diejenigen, welche sich auf Zusammendrückung elastischer Stahlfedern gründen, den meisten Eingang gefunden. Das älteste dieser Art, das von Leroy, bestand aus einer Metallröhre, in welcher eine eingetheilte Stange glitt, die man gegen eine am Boden der Röhre angebrachte Spiralfeder drückte. Zweckmässiger ist das Dynamometer von Regnier, bestehend aus einem länglichen Ringe



ABCD von federhartem Stahle, der beim Gebrauch nach der Richtung des kürzern Durchmessers *DB* zusammengedrückt wird. Auf einer Seite des Ringes, in *D*, ist ein Stahlstück *aa'bb'* gut befestigt, welches der zur Messung bestimmten Vorrichtung zur Unterlage dient. Diese besteht aus einem Winkelhebel *FEB*, welcher in *F* auf der Unterlage *aa'bb'* und gegenüber in *B* an der anderen Seite des Ringes befestigt ist. *F* ist zugleich der Mittelpunkt des mit dem Arme *FE* unveränderlich verbundenen Zeigers *FK*. Neben *F* befindet sich der Mittelpunkt *G* eines zweiten Zeigers *GL*, welcher auf einen mit *ab* verbundenen eingetheilten Kreisbogen *mn* weist. Wird nun das Dynamometer zusammengedrückt, so dreht sich der Arm *EF* des Winkelhebels und mit ihm der Zeiger *FK* von der Linken zur Rechten, und schiebt dabei den Zeiger *GL* vor sich her. Die der jedesmaligen Richtung von *GL* entsprechende Kraft muss durch vorläufige Versuche mittelst spannender Gewichte ermittelt werden.

Zur Messung der bewegenden Kraft bei bewegenden Maschinen wendet man am häufigsten den Prony'schen Zaum an, auch Bremsedynamometer genannt. Die bewegende Kraft, welche z. B. ein Wasserstrom einer wagrecht liegenden Welle mittheilt, würde man leicht finden, wenn man mit Beseitigung aller anderweitigen Belastung der Welle ein angemessenes Gewicht Q mittelst eines um sie gewundenen Seiles von ihr heben liesse. Bei gleichförmiger Drehung würde das Gewicht Q , multiplicirt mit der Höhe h , um welche es in der Zeiteinheit gehoben wurde, den Effect (s. d.) der bewegenden Kraft ausdrücken. Da dieses Verfahren meist unausführbar ist, so wendet man den Prony'schen Zaum an, indem man die Welle C mit



einem eisernen Bande oder Zaume ABD umgiebt, an welchem ein wagrecht quer über die Welle liegender Hebel EF in A und D angeschraubt wird. Bei ihrer Drehung würde die Welle den mittels des Zaubes mehr oder weniger fest angeschraubten

Hebel mitnehmen, wenn dieser nicht mit einem Gewichte belastet wäre, welches durch Versuche gerade gross genug gewählt wird, um den Hebel wagrecht festzuhalten. Die Welle hat dann, indem sie sich innerhalb des unbewegten Zaubes dreht, den Widerstand der Reibung gegen den Zaum zu überwinden. Ist a der Halbmesser der Welle, Qa das statische Moment der Reibung in Bezug auf die Axe der Welle, so stellt Q den gesammten auf die Welle wirkenden Widerstand der Reibung dar, welcher die Stelle des vorhin gedachten Gewichtes Q vertritt. Um Q zu finden, hat man die Gleichung $Qa = Pb$, in welcher b den wagerechten Abstand des Gewichtes P von der Axe der Welle, also Pb das statische Moment von P in Bezug auf diese Axe ist. Dieses Moment muss nämlich dem Momente Qa , mit welchem die Reibung Q den Zaum nebst dem Hebel aufwärts zu drehen strebt, gleich sein, wenn der Hebel wagrecht bleiben soll. Man findet daher $Q = \frac{Pb}{a}$, wo die Grössen auf der rechten Seite alle aus der Beobachtung bekannt sind. Die Anwendung dieser Formel setzt gleichförmige Drehung voraus, welche bei Maschinen, wenn ihre Bewegung in Beharrungstand gekommen, angenähert stattfindet.

Noch andere Dynamometer sind die von Morin, welche besonders zur Messung der Zugkräfte an Wagen, auch für Maschinen eingerichtet sind. Sie bestehen aus Stahlfederu, durch deren Biegung die Kraft gemessen wird; ihre vorzüglichste Eigenthümlichkeit besteht aber in verschiedenen Vorrichtungen, durch welche z. B. ein an der Stahlfeder angebrachter Stift die Biegungen auf ein Papier zeichnet, das sich unter dem Stifte fortschiebt, indem es sich von einer Rolle auf eine andere abwickelt; die Rollen dreht ein Uhrwerk. Diese und noch andere sinnreiche, dem Hauptgedanken nach meist von Poncelet angegebene Vorrichtungen dienen, um nicht die jedesmalige Kraft, sondern ihr Produkt in die damit verbundene Geschwindigkeit

zu erhalten, und dadurch den Effect der bewegenden Kraft (s. d. Art.) während längerer Dauer der Bewegung anzuzeigen. Ihre Beschreibung findet man in folgender Schrift, auf welche hier verwiesen werden muss: Description des appareils chronométriques à style etc., et des appareils dynamométriques propres à mesurer l'effort ou le travail développé par les moteurs animés ou inanimés et par les organes de la transmission du mouvement dans les machines, par Arthur Morin, Capitaine d'Artillerie; Metz; Lamort. 1838. 51 Seiten. 8. Mdg.

Dysklasit (von $\deltaύς$ schwer und $κλάσις$ das Zerbrechen), nannte A. Conell ein mit v. Kobell's Okenit (s. d.) übereinstimmendes Mineral von Färoe wegen seiner schweren Zerbrechlichkeit. B.

Dyskolit, syn. mit Saussurit.

Dysluit (von $\deltaύςλυτος$ schwerlöslich), wegen seiner schwierigen Zersetzbarkeit vor dem Löthrohr so benannt, scheint eine Varietät des Franklinit (s. d.) zu sein. B.

Dyslysin, ein in kochendem Weingeist schwer löslicher Körper, welcher sich bei der Einwirkung der Säuren auf das Bilin bildet. s. Berzelius im Lehrb. der Chem. IX. Vergl. auch Artikel Galle. M.

Dysodil (von $\deltaυσώδης$ stinkend), benannte Cordier 1808 ein gelblichgraues oder braunes papierartiges Fossil, das zu Melilli auf Sicilien gefunden wird, und früher Stinkkohle und blättriges Erdpech hiess. Die Masse verbrennt schnell und mit lebhafter Farbe, und verbreitet dabei einen sehr widrigen Geruch. Spec. Gew. 1,14—1,25. Auf Sicilien wird der Dysodil wie Torf benutzt. Ehrenberg hat gefunden, dass dieses Mineral aus dicht verfilzten, mit einer firnissartigen Substanz durchdrungenen Kieselshalen von Arten der Gattung *Navicula*, einer Gattung gepanzerter Infusorien, besteht, und offenbar ein zufällig von Erdpech durchdrungener Polirschiefer oder Blättertripel ist, also zu den Infusorien-Conglomeraten gehört. Ehrenberg hat noch andere ähnliche Substanzen, im Ansehen altem Sohlenleder gleichend, am Westerwald, Geistinger Busch bei Rott und Siegburg und am Vogelsberg gefunden, als zum Dysodil erkannt. Pogg. Ann. XLVIII. 573. B.

Dystomit von Esmark oder prismatischer *Dystomspath* von Mohs ist Datolith. B.

Ebbe und Fluth, flux et reflux, tides, wird das täglich zweimal wiederkehrende abwechselnde Fallen und Steigen des Meeres genannt.

Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth haben die Aufmerksamkeit der Griechen und Römer wenig auf sich gezogen, da sie im mittelländischen Meere nur unbedeutend hervortreten. Herodot schreibt dem rothen Meer ein starkes und häufiges Strömen zu, welches auf Fluthen gedeutet werden kann, aber erst Aristoteles sagt bestimmt, das Anschwellen des Meeres richte sich nach dem Monde. Durch den Zug Alexanders nach Indien und später bei Ausbreitung der römischen Herrschaft an die Nordküste Galliens wurde die Ebbe und Fluth in ihren grossartigen Wirkungen dem Alterthum näher bekannt. Strabo deutet daher bereits die drei in diesem Phänomen sichtbaren Perioden, die jährliche, monatliche und tägliche an, und Posidonius drückt sich darüber noch bestimmter aus, indem er sagt, dass das Meer die himmlischen Bewegungen, in welchen jene drei Perioden erschienen, nachbilde. Plinius sucht die Ursache der Erscheinung bereits in der Sonne und im Monde; auch findet man in den Worten *moventur aquae ut ancillantes sideri avido, trahenti- que secum hausta maria* eine Andeutung der bestimmteren Vorstellung Keplers, dass die gegenseitige Anziehung der Himmelskörper diese periodischen Bewegungen des Meerwassers bedinge. Zwei Körper, sagt er, würden, nicht gehindert, an einem zwischen ihnen gelegenen Orte zusammen treffen, indem jeder sich dem andern um so viel nähern würde, als dessen Masse im Vergleich zu seiner beträgt. Würde daher Mond und Erde nicht zurückgehalten, jedes in seiner Bahn, so würde die Erde aufsteigen zum Monde um den 50sten Theil des Zwischenraumes, der Mond zur Erde herabsteigen und dort würden sie zusammentreffen. Der Mond zieht die Wasser der Erde an, wodurch Ebbe und Fluth entsteht. Hörte die Erde auf, ihre Gewässer an sich zu ziehen, so würden die Wasser der Meere sich erheben und auf den Mondkörper hin fliessen. Die auf diese Weise von Kepler angedeutete Ableitung des Phänomens wurde aber erst von Newton wirklich gegeben, der *Princ. phil. nat. Lib. I. propos. 66. Vol. 19. 20. und III. pr. 36. 37.* untersuchte, wie das Wasser in einem rund um die Erde gehenden Kanale in seiner Bewegung beschleunigt oder verzögert wird, je nachdem es in der den Mittelpunkt des anziehenden Gestirns mit dem Erdmittelpunkt verbindenden Geraden sich befindet, oder in einem darauf senkrechten grössern Kreise. Der im Jahr 1740 von der Pariser Academie für die Theorie der Ebbe

und Fluth ausgesetzte Preis veranlasste drei Preisschriften, von Daniel Bernoulli, Mac Laurin und Euler, welche in der Ausgabe der Newtonschen Principien von le Sueur und Jacquier abgedruckt sind, und welche eine weitere Ausführung der Newton'schen Theorie enthalten, deren wesentliche Ergänzung aber erst durch die in den *Mecanique céleste* niedergelegten Arbeiten von Laplace gegeben wurde. Laplace hat ausserdem das Verdienst, zuerst die Ergebnisse der Theorie mit der Erfahrung verglichen und eine im Jahre 1806 beginnende Reihe von Fluthbeobachtungen im Hafen von Brest veranlasst zu haben, aus welchen die quantitative Grösse der periodischen Veränderungen der Höhe des Meerwassers von Bouvard für den sechzehnjährigen Zeitraum von 1807—1822 berechnet wurde. Eine ähnliche Arbeit ist von Lubbock in Beziehung auf die in den London Docks von 1808 bis 1826 angestellten Fluthbeobachtungen unternommen worden, die in Gemeinschaft mit Whewell die theoretische und empirische Seite des Phänomens in neuerer Zeit gleichmässig gefördert hat. Zum Verständniss der nachher zu betrachtenden Erscheinungen möge eine populäre Darstellung der Newtonschen Theorie hier ihre Stelle finden.

Eine aus einem horizontalen Rohre abgeschossene Kugel erreicht die ebene Erdoberfläche in demselben Moment, als eine von dem Rohre gleichzeitig frei herabfallende. Die fortgeschleuderte Kugel beschreibt also eine Curve, deren horizontale Ausdehnung durch die Kraft des Pulvers, deren Krümmung hingegen durch die Grösse des Fallraums bestimmt wird. Dieser Fallraum ist in einer Secunde auf der Erde $15\frac{1}{2}$ Fuss, auf der Sonne hingegen 428 Fuss. Dasselbe Geschütz mit derselben Ladung auf der Sonne horizontal abgefeuert, würde daher die Kugel eine ganz andere Wurflinie beschreiben lassen als auf der Erde. Dieser Wurflinie kann die Bewegung der Erde um die Sonne verglichen werden, sie fällt nach der Sonne hin, während sie durch die Schwungkraft in der Tangente der Bahn sich fortzubewegen sucht. Aber dieses Fallen nach der Sonne hin nimmt ab mit der Entfernung von ihr, es ist also an dem dieser zugewendeten Punkte grösser als an dem abgewendeten, die Bahn, welche jener Punkt beschreibt, unterscheidet sich also von der Bahn, welche dieser verfolgt, in ähnlicher Weise, wie die Wurflinie der geschleuderten Kugel auf der Sonne von der auf der Erde. Die Anziehung der Sonne können wir uns als von ihrem Mittelpunkt ausgehend vorstellen, in welchem die Masse derselben concentrirt sein möge. Die Verbindungslinie dieses Sonnenmittelpunkts S mit dem Mittelpunkt der Erde durchbohrt ihre Oberfläche in zwei Punkten von welchen der der Sonne zugewendete mit z , der von der Sonne abgewendete mit a bezeichnet werden möge. Gehören diese Punkte zu der festen Masse der Erde, so bleibt ihre Entfernung immer dieselbe, d. h. z und a fällt in einer Secunde gerade um so viel von der Tangente der Bahn nach der Sonne hin ab, als der Mittelpunkt m , indem die grössere Fallgeschwindigkeit der Punkte diesseits des Mittelpunkts compensirt wird durch die geringere Fallgeschwindigkeit der jenseits des Mittelpunkts liegenden Punkte. Befinden sich aber in Berührung mit a und z flüssige Theile α und ζ , d. h. solche Punkte, welche den sie bewegendenden Kräften jeder unabhängig für sich folgen kön-

nen, so wird α hinter dem nach der Sonne hin von der Tangente der Bahn abfallenden a zurückbleiben, ζ dem nach der Sonne hin sich bewegenden z voreilen, das Wasser also an beiden Punkten sich vom Mittelpunkt entfernen, d. h. sowohl an der Stelle, über welcher die Sonne senkrecht steht, Fluth sein, als an dem Antipoden derselben. Alle nicht in der Linie $Szma$ liegenden Punkte müssen, wenn sie fest sind, parallel dem Mittelpunkt der Erde sich bewegen, alle flüssige direct nach S hin, daher wird das Wasser auf der beleuchteten Seite der Erde von allen Seiten nach z hinströmen, auf der unbeleuchteten Seite hingegen nach a hin, an der Schattengrenze, d. h. wo die Sonne untergeht, wird Ebbe sein. Jede durch Sm gelegte Ebene schneidet daher die Erde in einem grossen Kreise, in welchem zwei Fluthen und zwei dazwischen fallende Ebben um Quadranten von einander abstehen.

Das bisher für die Sonnenfluth und Sonnenebbe entwickelte gilt in gleicher Weise für die Mondfluth und Mondebbe. Steht nämlich der um die Erde kreisende Mond in der Erdbahn, so wird er entweder im Sinne der Schwungkraft die Bewegung der Erde beschleunigen, oder wenn er ihr folgt, sie verzögern. Diese veränderte Geschwindigkeit der in ihrer unveränderten Bahn fortrückenden Erde kann nun ganz analog als ein Fallen behandelt werden, welches verschieden ist für den dem Monde zugewendeten und von ihm abgewendeten Punkt. Befindet sich hingegen der Mond zwischen der Erde und Sonne, so werden sich die Anziehungen beider Himmelskörper addiren, die Erde also aus ihrer elliptischen Bahn nach der Sonne hin eine Einbiegung machen, steht hingegen die Erde zwischen Sonne und Mond, so wird sie aus ihrer Bahn heraustreten. Dieses Herausweichen aus der Bahn ist in Beziehung auf den Mond ebenso als ein Fallen zu betrachten.

Aus dem Gesagten folgt, dass eine feste Erdkugel durch die sich ändernden Stellungen der Sonne und des Mondes nur Complicationen ihrer Bewegung erfahren wird, welche man Störungen nennt, eine flüssige Erdkugel hingegen zugleich Gestaltveränderungen zeigen wird. Jeder der beiden Himmelskörper verwandelt nämlich die flüssige Erdkugel in ein verlängertes Sphäroid, dessen Längensachse in die durch den Mittelpunkt desselben und den der Erde bestimmte geraden Linie fällt. Ist eine feste Erdkugel überall mit einem Meere gleicher Tiefe bedeckt, so wird diese flüssige Kugelschale, indem sie an ihrer Oberfläche eine sphäroidische Gestalt annimmt, nun ihre vorher gleiche Tiefe verlieren. Alle Orte, welche eine grössere Tiefe der flüssigen Schicht erhalten, sind im Fluthen, alle wo diese sich vermindert, im Ebben begriffen. Eben so einfach leuchtet ein, dass, wenn Erde und Mond in gerader Linie stehen, beide Sphäroide eine gemeinsame Achse haben, ihre Fluthen sowohl als ihre Ebben sich addiren. Stehen hingegen die drei Himmelskörper in einem rechten Winkel, so kreuzen sich die Längensachsen beider Sphäroide rechtwinklig, d. h. das Wellenthal, welches der eine Himmelskörper in der Ebbe hervorbringt, wird theilweise ausgefüllt durch den Fluthberg, welchen der andere erzeugt. Im ersten und dritten Mondviertel, d. h. in den Quadraturen, sind die Fluthen daher

schwächer (Nippfluthen) als bei Vollmond und Neumond. Diese grössern Fluthen der Syzygien heissen Springfluthen

Die Kraft, mit welcher der Mond die Erde anzieht, ist 160mal kleiner als die Kraft, mit welcher die Sonne sie anzieht. Aber dieses Fluthen des Meeres wird nicht durch diese ganze Anziehungskraft hervorgebracht, sondern nur durch den Unterschied dieser Anziehung auf den Mittelpunkt der Erde und auf Punkte der Oberfläche. Da nun die Anziehung im Verhältniss des Quadrates der Entfernung abnimmt, so wird sich die flutherzeugende Kraft zur ganzen Anziehungskraft eines Himmelskörpers verhalten wie der Durchmesser der Erde zum Abstände jenes Himmelskörpers von der Erde. Da nun die Sonne 12000 Erddurchmesser entfernt ist, der Mond dreissig, so ist die flutherzeugende Kraft der Sonne $\frac{1}{12000}$ ihrer Anziehungskraft, die des Mondes $\frac{1}{30}$ seiner Anziehungskraft. Da aber die ganze Anziehungskraft der Sonne 160mal grösser als die des Mondes ist, so verhält sich die flutherzeugende Kraft der Sonne zu der des Mondes wie

$$\frac{160}{12000} : \frac{1}{30} = 5 : 2.$$

Beträgt also an einem Orte die Sonnenfluth 2 Fuss, so wird die des Mondes 5 sein; bei Springfluthen also die Fluth 7 Fuss betragen, bei Nippfluthen 3.

Bei der bisherigen Betrachtung haben wir noch nicht Rücksicht genommen auf die Rotation der Erde. Da die Länginachse des flüssigen Sphäroids, in welches die Sonne die flüssig gedachte Erdkugel verwandelt, stets in der Verbindungslinie der Mittelpunkte der Sonne und Erde bleibt, so wird die um ihre Achse rotirende feste Erde unter dem stehen bleibenden flüssigen Sphäroid sich fortwälzen, d. h. die ganze Erscheinung nach 24 Stunden die Erde umkreisen, jeder Ort also zweimal in den Fluthberg und zweimal in das Ebbethal gelangen. Stände der Mond fest am Himmelsgewölbe, so würde dasselbe für den Mond gelten. Er rückt aber innerhalb 24 Stunden so weit am Himmelsgewölbe fort, dass die Erde sich noch 50 Minuten länger drehen muss, damit derselbe Meridian unter den Mond komme, wie am vorigen Tage. Die Mondfluthen befolgen also eine von der der Sonnenfluthen verschiedene Periode, nämlich von 24 Stunden 50 Minuten. Denkt man sich zwei auf einander senkrechte bewegliche Meridiane, wie man sie an den Erdgloben anbringt, von denen der eine die Orte der höchsten Sonnenfluth verbindet, also den Rücken der Fluthwelle darstellt, der andere die Punkte, wo das Wasser am stärksten durch die Wirkung der Sonne ebbt, verbindet, also die Sohle des Ebbethals darstellt, denkt man sich eben so ein zweites Paar Meridianstreifen für Mondfluth und Mondebbe, und beide Streifenpaare im Verhältniss jener Perioden von 24 : 24½ um die feststehende Erdkugel gedreht, so würde man eine unmittelbare Anschauung erhalten, wie die Springfluthen durch allmähliche Zwischenstufen in die Nippfluthen übergehen.

Da der Mond nicht in einer kreisförmigen, sondern in einer elliptischen Bahn um die Erde sich bewegt, so wird seine flutherzeugende

Kraft ebenfalls sich verändern und im Perigaeum und Apogaeum die grössten Unterschiede zeigen, welche $\frac{1}{2}$ betragen. Aehnliche aber unbedeutendere Unterschiede zeigen die Sonnenfluthen in Beziehung auf Perihel und Aphel.

Für Orte des Aequators wird Ebbe und Fluth am grössten sein, wenn das flutherzeugende Gestirn an der Ebene desselben sich befindet. Dies gilt auch für andere geographische Breiten, unter welchen daher ebenfalls die Aequinoctialfluthen am grössten sind.

Um eine quantitative Vergleichung dieser Einflüsse zu erhalten, möge folgende Tafel aus den Beobachtungen von Brest hier eine Stelle finden.

	Aequinoctial- Springfluthen.	Solstitial- Springfluthen.	Aequinoctial- Nippfluthen.	Solstitial- Nippfluthen.
am Tage vorher	5,546	5,042		
- - -	6,094	5,398	3,079	3,447
1 Tag nachher	6,387	5,583	2,438	3,163
2 - - -	6,343	5,569	2,444	3,143
3 - - -	6,081	5,398	3,095	3,425
4 - - -	5,491	5,069		

Die Höhe in Metern ist in den letzten beiden Columnen, wo sich die Zeit auf den Tag der Quadratur bezieht, die mittlere ganze Fluthhöhe des Tages, in den ersten beiden, wo sich die Zeit auf die Syzygie bezieht, die Höhe der Nachmittagsfluth über die Frühebbe.

Ist die Erde im Innern flüssig, so giebt es auch in diesem flüssigen Innern eine Ebbe und Fluth.

Da, wie wir oben gesehen haben, die Oberfläche des Meeres in zwei entgegengesetzten Vierteln der Erde sich über die mittlere Höhe desselben erhebt, während sie sich in den beiden andern unter dieselbe erniedrigt und nach $6\frac{1}{4}$ Stunden dasselbe Viertel Erhebung zeigt, wo vorher Erniedrigung war, so muss während dieser Zeit eine Wassermasse von jenen Vierteln in diese strömen. Wäre die Erde mit Wasser ganz bedeckt, und betrüge der Unterschied des Hochwassers und niedrigsten Wassers drei Fuss unter dem Aequator, unter dem Pole Null, so würde jedes Fluth habende Viertel der Erde 100 Cubikmeilen mehr Wasser enthalten, als jedes Viertel, in dem Ebbe ist. In dem Zeitraum von $6\frac{1}{4}$ Stunden werden also 200 Cubikmeilen Wasser von einer Erdhälfte auf die andere geschafft, während Alles, was die Menschen beträchtlich auf der Erde von der Stelle bewegt haben, vielleicht noch nicht eine Cubikmeile ist. Man nimmt an, dass die sogenannte Aequatorialströmung des Meeres diesen Fluthstrom, der wegen der grossen in Bewegung begriffenen Masse des Meeres natürlich eine geringe Geschwindigkeit hat, seine Entstehung verdanke.

Alle aus der Annahme einer gleichmässig mit Wasser bedeckten Kugel folgenden Schlüsse erfahren sehr wesentliche Modificationen sowohl in Beziehung auf die Gestalt der fortrückenden Fluthwelle als in Beziehung auf die in ihr bewegte Wassermasse, wenn wir zu dem wirklichen Meere ungleicher Tiefe, aus dem sich das Land in den unsymmetrischsten Gestalten erhebt, zurückkehren. Denn so wenig die Linien gleicher Wärme mit den Parallelkreisen zusammenfallen, eben so wenig und aus demselben Grunde, nämlich wegen der un-

regelmässigen Vertheilung des Landes, fallen die Linien gleicher Fluthzeit mit den Meridianen zusammen. So wie man aber lange Zeit die Vertheilung der Wärme auf der Erde als ein mathematisches Problem behandelt hat, dessen Lösung man unter der Voraussetzung einer gleichförmigen Oberfläche zu geben suchte, so hat man erst jetzt es als eine wesentliche Frage erkannt: wie unterscheidet sich die Form der wirklichen Fluthwelle von jener theoretisch vorausgesetzten? Lubbock veröffentlichte in den Philos. Transact. von 1832 zuerst eine Weltcharte, auf welcher er für viele Orte die Hafenzzeit (d. h. die Zeit des Hochwassers bei Neu- und Vollmond), in Ortszeit und in Greenwicher Zeit angab, und Whewell hat seit dem Jahre 1833 zwei Weltcharten der Linien gleicher Fluthzeit (Cotidal lines) publicirt, ausserdem eine specielle für England, endlich eine Charte für England, in welcher die Höhe der Fluth in yards durch die Anzahl der den Küsten parallelen Meeresstriche angedeutet ist. Das allmähliche Aufstauen der Fluthwelle, wenn diese in eine sich immer mehr verengende Bucht eintritt, wird dadurch unmittelbar anschaulich gemacht.

Da auf der südlichen Erdhälfte das Meer überwiegt, so wird hier die fortschreitende Fluthwelle am meisten sich der hypothetischen Gestalt anschliessen, welche ihr die Form eines Meridianes anweist. An der Südküste von Neuholland verzögert sich ihr Fortschreiten, sie ändert also, so wie sie in den indischen Ocean eintritt, durch das Cap der guten Hoffnung gehemmt, ihre Richtung so, dass sie statt von O. nach W., nun von SSO. nach NNW., nach Arabien hinaufströmt, ja in den bengalischen Meerbusen einen von SW. nach NO. gerichteten Arm absendet. Ein noch grösseres Hemmniss erfährt die Fluthwelle bei ihrem Eintritt in den atlantischen Ocean, wo sie durch die weit hervorspringende Südspitze von Amerika aufgestaut, sich in den atlantischen Ocean so wendet, dass sie in der Nähe des Aequators fast demselben parallel wird, und im nordatlantischen Ocean aufwärts von SO. aus die Küsten des nordamerikanischen Festlandes trifft, bei Newfoundland sich aber so wendet, dass sie als eine von SW. nach NO. fortschreitende Welle die europäischen Küsten trifft, hier also im wesentlichen als ein secundäres Phänomen erscheint. So wie sie südlich das Cap Horn umgangen, dringt sie in den grossen Ocean ein und sendet hier merkwürdiger Weise sogar einen rückwärts gehenden Ast nach den Küsten von Chile zurück, während sie an den Westküsten von Nordamerika den Breitenkreisen immer mehr parallel wird. Von den angeführten Charten ist eine Weltcharte von Whewell und die Fluthcharte von England in Berghaus Atlas II. Lieferung aufgenommen, 6 Blätter befinden sich in dem von der Society for the diffusion of useful Knowledge veröffentlichten Chartenwerk und eine kleine in Lubbock elementary treatise on the Tides, London 1839. 8. Von Whewell selbst sind in den Philosophical Transactions bereits 12 Abhandlungen bis zum Jahre 1840 publicirt worden.

Aus der Gestalt dieser Fluthlinie geht unmittelbar hervor, warum die Fluth sich in den nach Westen öffnenden Buchten von England und im Canal eine so bedeutende Höhe durch Aufstauen erhält, während das mittelländische Meer nur wenig davon afficirt wird, und eben so die Fluthwelle bei der Ostsee vorbeigeht, ohne in sie einen Zweig

hineinzusenden. Auch sieht man ein, warum an gewissen Stellen der Ostküste Englands die Fluth sehr unbedeutend, weil der durch den Canal gedrungene Arm mit dem, welcher durch den irischen Canal hindurch um England und Schottland herumgeht, interferirt, wo die Verzögerung des Eintreffens auf dem längern Wege volle 6 Stunden beträgt. Da die Thalsohlen der Querthäler des skandinavischen Hochgebirges so tief liegen, dass sie von dem Meere ausgefüllt sich in Fiorde verwandeln, so wird die hincingedrungene Fluthwelle hier bei der Ebbe so heftig zurückströmen, dass sie zu Strudeln Veranlassung giebt, von denen der Mälarstrom der bekannteste. Diese Erscheinung ist die Charybdis und Scylla in grösserem Maassstabe. Uebrigens nennt man die Zeit des Slackwassers die Zeit, wo der Fluthstrom seine Richtung in den entgegengesetzten des Ebbestroms verwandelt. Diese Zeit trifft nur an geschlossenen Küsten und nur unmittelbar an denselben mit der Zeit des Hochwassers zusammen, keinesweges aber in einem Kanale, wo das Steigen oder Fallen davon abhängt, ob mehr kommt als abfließt, keinesweges aber davon, ob überhaupt ein Kommen oder Abfließen nach einer bestimmten Richtung hin stattfindet. Die Verwechslung der Zeit des Slackwassers mit der des Hochwassers hat in diesen Untersuchungen zu den grössten Verwirrungen Anlass gegeben.

Die Geschwindigkeit der fortschreitenden Fluthwelle erhält man unmittelbar durch den Abstand zweier auf einander folgenden Linien gleicher Fluthzeit. Je näher diese Linien an einander liegen, desto steiler ist bei gleichbleibender Fluthhöhe die Wand der Fluthwelle.

Durch hohe Fluthen ist besonders die Fundy-Bay zwischen Neu-Schottland und Neu-Braunschweig berühmt. Die eindringende Fluthwelle spaltet sich am Cap Chignecto hier in zwei Arme, von denen der eine in die Mines Bay eindringt und bei Truro über 70 Fuss Höhe bei Springfluthen erreicht, der andere in der Tiefe der Chignecto-Bay bei Fort Lawrence fast eben so hoch wird. Auf der Westseite des atlantischen Oceans entspricht dieser Erscheinung die Bristol-Bay, denn die an der Hartlandspitze 26 Fuss hohe Fluth wird bei Fairland bereits 33', bei Kings-Read 46, endlich bei Chepstow 70 Fuss. Die Strecke von der Hartlandspitze bis Kings-Read rechnet man 90 englische Meilen, und diese Strecke wird von der Fluth in ungefähr anderthalb Stunden durchströmt.

In Beziehung auf das Eindringen der Fluth in Flüsse, die sich in sogenannte negative Deltas öffnen, erscheint dasselbe bei mehreren Flüssen als ein Horizontalmachen des Wasserspiegels, indem das Gefälle in dem untern Lauf des Flusses früher sich vermindert als bei dem obern, oft aber auch als ein wirkliches Einströmen des Meeres. Im Lorenzstrom, dessen sich stets erweiternde Mündung ein solches negatives Delta bildet, staut sich die eindringende Fluthwelle von 9 Fuss Höhe bei Mingan, endlich bis 20 Fuss bei Quebec, während hingegen da wo die Fluth nahe der Mündung vorbeigeht, die Höhe des in den Fluss dringenden Seitenarms schnell abnimmt. 9½ Fuss Fluthhöhe bei Cuxhaven wird bei Hamburg 6½, während eben so die bei den London Docks noch 18 Fuss betragende Fluth bei Patney nur 10 Fuss beträgt, bei Kew 7, bei Richmond 4, bei Teddington nur einen Fuss. Ver-

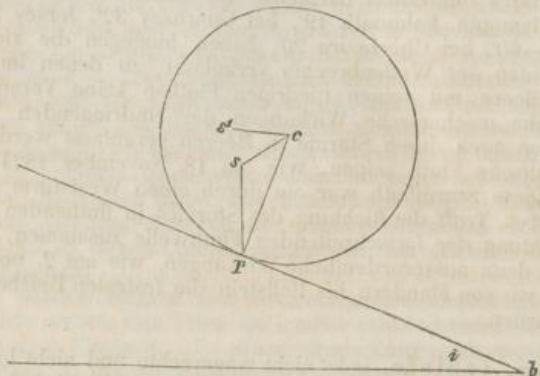
engert sich hingegen die Mündung plötzlich, wie bei der Garonne, wo die Dordogne einströmt in der Richtung der sich meerbüsenartig erweiternden Garonne, so erhöht sich die in die Dordogne eintretende Fluth plötzlich zu einer ungewöhnlichen Höhe, welche dort Mascaret heisst, in andern Gegenden hingegen, z. B. am Ganges, den Namen *la barre, the bore* führt.

Die Fluthhöhen sind im stillen Ocean sehr gering (an mehreren Inseln nur 1 Fuss), wahrscheinlich desswegen, weil die vielen Inselgruppen und Korallenbänke der fortschreitenden Fluthwelle ein immer wiederkehrendes Hinderniss darbieten. Die hohen Fluthen des Canals bei Brest, Plymouth, Falmouth 19', bei Guernsey 32', Jersey 38', bei St. Malo 46—60', bei Cherbourg 20', haben hingegen die riesenhafte Hafengebauten der Wellenbrecher veranlasst, zu denen im mittelländischen Meere mit seinen niedrigen Fluthen keine Veranlassung ist. Aehnliche mechanische Wirkungen der eindringenden Wassermasse können auch durch Stürme in Meeren veranlasst werden, die keine periodische Fluth zeigen, wie am 18. November 1824 in Petersburg. Diese Sturmfluth war ein durch einen Weststurm entstandener Mascaret. Trifft die Richtung des Sturmes in fluthenden Meeren mit der Richtung der fortschreitenden Fluthwelle zusammen, so entstehen auch dann ausserordentliche Wirkungen, wie am 2. und 3. Februar 1825, wo von Flandern bis Hollstein die festesten Deiche durchbrochen wurden.

D.

Ebene, schiefe, jede nicht wagerechte und nicht lothrechte Ebene, in der Mechanik eine der einfachen Maschinen, bei welcher das Verhältniss zwischen Kraft P und Last Q , nach den ersten Gründen der Statik, durch $P = Q \sin i$ ausgedrückt wird, wenn i die Neigung der Ebene gegen den Horizont ist. Die Kraft P nämlich muss parallel der schiefen Ebene am Schwerpunkte eines Körpers vom Gewicht Q angebracht werden, wenn dieser auf der Ebene ruhen soll. Der Druck, den die Ebene von dem Körper erleidet, ist $Q \cos i$, und für das Gleichgewicht ist noch nöthig, dass seine Richtung, vom Schwerpunkt ausgehend und senkrecht auf der Ebene, diese im Unterstützungspunkte, wenn nur ein solcher vorhanden ist, oder, wenn es deren mehrere giebt, innerhalb der unterstützten Fläche treffe. In der Anwendung ist es häufig die Reibung (s. d.), welche das Herabgleiten von Körpern auf schiefen Ebenen hindert; damit diess geschehe, muss die Reibung, verbunden mit dem normalen Widerstande dem im Schwerpunkte vereinigt gedachten Gewichte des Körpers Gleichgewicht halten; die Richtungen dieser drei Kräfte müssen sich daher in einem Punkte der schiefen Ebene schneiden, oder die Resultante von Reibung und Widerstand muss lothrecht sein und durch den Schwerpunkt gehen. Diese Bemerkung muss zu Grunde gelegt werden, wenn man die Stellungen herleiten will, in welchen ein Körper auf einer schiefen Ebene mittels der Reibung ruhen kann; man ersieht daraus z. B. sogleich, dass eine Kugel auf der schiefen Ebene durch die Reibung nicht in Ruhe gehalten werden kann, wenn ihr Schwerpunkt in den Mittelpunkt fällt; denn da in diesem Falle der normale Widerstand der Fläche durch den Schwerpunkt geht, so kann die Resultante des Widerstandes und der Rei-

bung nicht den Schwerpunkt treffen. Wenn also die Kugel auch durch die Reibung am Herabgleiten gehindert ist, so wird sie dennoch, wofern keine andere Kraft wirkt, die Ebene herabrollen. Aehnlich verhält es sich mit einem Kreiscylinder, der mit wagerechter Axe auf die schiefe Ebene gelegt wird. Wenn aber die Masse in einem solchen Cylinder ungleich vertheilt ist, wie z. B. wenn man in einem hohlen Cylinder von Holz oder Pappe inwendig auf einer Seite ein Stück Blei befestigt, so fällt der Schwerpunkt s ausserhalb des Mittelpunkts c , und der Cylinder kann in der durch die Figur



angezeigten Stellung auf der schiefen Ebene ruhen, in welcher die Linie sp , vom Schwerpunkte nach dem Stützpunkte, lothrecht ist. Alsdann ist $\angle spc = i$ der Neigung der schiefen Ebene; setzt man ferner $sc = a$, $cp = r$, $\angle scp = \lambda$, so giebt das Dreieck csp zur Bestimmung der Stellung des Gleichgewichts oder des Werthes von λ die Gleichung: $a \sin(\lambda + i) = r \sin i$. Wird der Cylinder so gedreht, dass sein Schwerpunkt etwa in die Lage s' kommt, so muss er die schiefe Ebene aufwärts rollen, bis der Schwerpunkt wieder in die Gleichgewichtslage gelangt. — Das Gesetz des Gleichgewichtes auf der schiefen Ebene ist zuerst von dem holländischen Mathematiker Stevinus in seiner Mechanik (1585) aufgestellt und bewiesen worden. Mdg.

Eblanin s. Pyroxanthin.

Echo. Wenn die von einer Stelle ausgegangenen Schallwellen theils direct, theils aber erst, nachdem sie eine Zurückwerfung erlitten haben, zu unsrem Ohre gelangen, so müssen diese zurückgeworfenen Wellen später anlangen, als die directen, und werden daher als eine Wiederholung des ursprünglichen Schalles empfunden, welche wir, wenn beide Wahrnehmungen deutlich getrennt erscheinen, mit dem Namen Echo oder Wiederhall, wenn sie in einander fließen, mit dem Worte Nachhall bezeichnen. Das Erstere kann nur eintreten, wenn die Stelle, wo die Zurückwerfung erfolgt, ziemlich entfernt ist. Eine solche Zurückwerfung aber findet statt, wenn die Schallwellen an die Grenze zwischen zwei Mitteln von ungleicher Dichtigkeit gelangen, auch wohl wenn das sie fortplanzende Mittel an

einer Stelle sich plötzlich erweitert. (s. Zurückwerfung). Aus dem letzteren Umstande erklärt Chladni den Wiederhall der Gallerien, die an den Enden offen sind, auch in Schluchten und Hohlwegen. Gewöhnlich aber ist der erstere Umstand die Ursache des Echo's und die Zurückwerfung der in der Luft fortschreitenden Wellen erfolgt an festen Körpern (Mauern, Felswänden u. s. w.). Obgleich man die Gesetze der Zurückwerfung des Schalles nur unvollkommen kennt, so lassen sich doch die wichtigsten Bedingungen für die Bildung eines Echos gar wohl a priori und auf eine Weise bestimmen, welche mit vielen bekannten Erfahrungen in Uebereinstimmung und wenigstens mit keiner hinreichend zuverlässigen Beobachtung in Widerspruch steht. — Soll der Schall nach einmaliger Zurückwerfung zu seinem ersten Ausgangspunkte zurückkehren, also der Rufende selbst seine Stimme wiederhören, so darf die Richtung, in welcher die Schallstrahlen gegen die reflectirende Fläche treffen, nicht allzu sehr von der senkrechten abweichen. Bei schiefer Zurückwerfung hört man das Echo an einer anderen Stelle; so das von Genetay bei Rouen. (Mém. de l'Acad. de Paris. 1692.) — Da der Schall beim Fortschreiten durch seine Ausbreitung geschwächt wird, so wird bei grösserer Entfernung der zurückwerfenden Wand das Echo nur schwach sein, wenn nicht günstige Umstände diesen Einfluss vermindern; einmal nämlich können Einfassungen (Wände, Alleen), welche die Ausbreitung des Schalles beim Hin- und Hergange vermindern in diesem Sinne wirken, besonders aber hat die Gestalt der Echowand einen bedeutenden Einfluss. Wenn nämlich die divergirend ausgehenden Schallstrahlen von einer ebenen Fläche zurückgeworfen werden, so behalten sie dabei dieselbe Divergenz; von einer hohlen Fläche aber werden sie gesammelt und daher eine grössere Menge derselben nach dem Ohre des Rufenden zurückgeführt. Befände sich dieser z. B. im Mittelpunkte eines Kugelsegments von sehr grossem Radius, so würden alle auf dieses fallende Schallstrahlen zu ihm zurückkehren. Daher geben zwar oft ebene Wände recht gute Echo's, aber hohle hinlänglich grosse Flächen von bedeutendem Krümmungsradius sind nach vielen Erfahrungen zur Bildung von sehr vollen Echo's vorzüglich geeignet; eben so geben Kuppeln und andere Gewölbe den stärksten Nachhall. — So einflussreich die Gestalt der Echowand im Ganzen und Grossen ist, so wenig wesentlich können kleine Unebenheiten sein, die im Vergleich zu der Länge einer Schallwelle nur unbedeutend sind, und sicher hat nicht die Glätte neuer Gebäude, noch weniger die vielen kleinen Höhlungen alten Gemäuers den Einfluss, der ihnen von verschiedenen Seiten zugeschrieben wird. Selbst der Saum eines Waldes giebt öfters ein Echo, indem viele Theile der von den Stämmen, Aesten und Blättern zurückgeworfenen Schallwelle zum Rufenden zurückgehn und hier, wenn auch wegen der ungleichen Entfernung der reflectirenden Flächen nicht ganz gleichzeitig, doch innerhalb einer sehr kurzen Zeit anlangen. Eben so ist es gar wohl erklärlich, dass selbst Wolken den Schall zurückwerfen, wie man an dem Rollen des Donners bemerkt. — Einige halten das Mitklingen der Echowand für wesentlich, doch gewiss nicht mit Recht. Dass die Schwingungen sich mehr oder weniger dem zurückwerfenden Körper mittheilen müssen, ist nicht zu bezwei-

fehl, denn darauf beruht der Uebergang des Schalles aus der Luft in das dichtere Mittel; dass aber grosse Berg- und Felsmassen vermöge einer Art von Resonanz mitönen sollen, ist eben so wenig zu glauben, als dass eine solche Resonanz in den wenigen Fällen, wo sie etwa merklich sein dürfte, artikulierte Laute zu reproduciren im Stande sein würde. — Wie viele Silben ein Echo auf einmal nachzusprechen im Stande ist, richtet sich theils nach der Zeit, welche der Schall zum Hin- und Zurückgehen gebraucht, also hauptsächlich nach der Entfernung der Echowand, theils nach der Geläufigkeit der Zunge, welche diese Zeit zum Vorsprechen der Sylben benutzt. Da die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft bei 15° C. etwa 1050 par. Fuss für 1 Secunde beträgt, und man in dieser Zeit 8 bis 9, höchstens 10 Sylben sprechen kann, so wird ein Echo, wenn die reflectirende Fläche 525 Fuss entfernt ist, höchstens 8 bis 10 Sylben geben. Doch wird man meist etwas weniger rechnen dürfen, da wir nur bei Sylben, die uns sehr geläufig sind, so schnell zu sprechen vermögen, auch wohl die Pause zwischen der letzten Sylbe des stärkeren Rufes, und der ersten des schwächeren Echo's nicht gar zu klein sein darf. Zum schnellsten Sprechen eines Hexameters gebraucht man in der Regel mehr als 2, bis gegen 2½ Secunden; daher darf man auf ein Echo, das einen ganzen Hexameter gut wiedergiebt (wie das beim Grabmal des Metella auf Sicilien, das nach Gassendi, [in den Anm. zu Diog. Laert. Lib. X.] den ersten Vers der Aeneide achtmal wiederholte) wohl 12—1500 Fuss rechnen. Was man von einem Echo bei Derenburg erzählt, das bei einer Entfernung von nur 254 Schritt ein ganzes Distichon nachgesprochen haben soll, ist nicht begründet; ein gebildeter Mann jener Gegend hat mich versichert, dass das Echo zwar recht schön gewesen sey, aber nicht im Stande, ein Distichon auf einmal nachzusprechen. Bei einer Entfernung von 50—60 Fuss muss das Echo schon in einen blossen Nachhall übergehen. — Mehrfache Echo's entstehen theils durch mehrere in ungleichem Abstände befindliche Echowände, was im Gebirge oft vorkommt, theils durch zwei einander gegenüberstehende Wände, zwischen denen der Schall, wenn sie recht parallel sind, viele Male mit abnehmender Stärke hin und hergeht, was sich besonders an Gebäuden ereignen kann; so das berühmte Echo von Simonetta bei Mailand, das einen Pistolenschuss 60 Mal wiederholt und von beiden Flügeln des Schlosses gebildet wird. — Nicht selten hört man im Gebirge ausser einem Hauptecho andere, welche von anderen Seiten her tönen, was durch zwei- oder mehrmalige Zurückwerfung entsteht. — Wenn manche Echo's gewisse Töne leichter geben als andere, höhere oder tiefere, so beruht diess wahrscheinlich auf einer Resonanz (besonders Luftresonanz) oder Interferenz. S.

Edingtonit benannte Haidinger ein bei Glasgow gefundenes Mineral, nach dessen Besitzer Edington. Die Krystalle des Edingtonits sind kleine quadratische Säulen von Flussspathhärte oder etwas darüber, glasglänzend, graulichweiss, spec. Gew. 2,7. Der Edingtonit schmilzt schwierig vor dem Löthrohr zu einem weissen Glase, und enthält nach Turner 35,09 Kieselsäure; 27,69 Thonerde; 12,68 Kalkerde; 13,32 Wasser. Die fehlenden 11pCt., wahrscheinlich ein

Alkali. Eine Formel lässt sich hiernach nicht aufstellen. Pogg. Ann. V. 193. 196. B.

Educt, ein aus einer Verbindung abgeschiedener Stoff, der darin schon fertig gebildet war, nicht erst in Folge vorgenommener Operationen entstand, was ein Produkt wäre. Wird z. B. kohlen-saure Kalkerde mit Schwefelsäure übergossen, so ist die entwei-chende Kohlensäure ein Educt, die sich bildende schwefelsaure Kalk-erde ein Produkt. Man gebraucht den Ausdruck Educt besonders in der organischen Chemie. B.

Edulcoriren oder Aussüssen, s. Auswaschen.

Edwardsit nannte Shepard zu Ehren des Gouverneurs Edward ein in der Grafschaft Norwic in Connecticut vorkommen-des Mineral, von dem G. Rose nachwies, dass es mit Breithaupt's Monazit, (s. d.) im Wesentlichen übereinstimmt. Pogg. Ann. XLIII. 148. XLIX. 223. B.

Effect, dynamischer, bezeichnet die Wirkung oder Leistung der bewegenden Kraft einer Maschine. In so fern sich diese Wirkung, rücksichtlich ihrer Grösse, immer auf die Hebung einer gewis-sen Last zurückführen lässt, dient das Produkt aus der Last in die Höhe, um welche sie gehoben wurde, zum Maasse des Effectes. (Vergl. Dynamometer). Allgemein ist der Effect einer Kraft das Produkt aus der Grösse der Kraft in den nach ihrer Richtung durch-laufenen Weg des Angriffspunktes. Zum Beispiel der mechanische Effect der Zugkraft bei Wagen ist nicht das Produkt aus dem Ge-wichte des Wagens in den durchlaufenen Weg; eine solche Bestim-mung ist desshalb unrichtig, weil dabei Kraft und Weg in verschie-dene Richtungen fallen würden, sondern der Effect der Zugkraft ist das Produkt aus den Widerständen, namentlich der Reibung, in den von den Angriffspunkten derselben durchlaufenen Weg. Als Einheit des Effects wird am zweckmässigsten angenommen: die Einheit des Gewichtes zur Einheit der Höhe gehoben; will man aber den wäh-rend der Zeiteinheit geleisteten Effect angeben, so wird dieser durch das Produkt aus der Kraft in den während der Zeiteinheit durchlau-fenen Weg, d. h. in die Geschwindigkeit, dargestellt. Häufig nimmt man als Einheit des Effectes die Pferdekraft an, ohne sich jedoch über deren Grösse allgemein verständigt zu haben; einige französi-sche Schriftsteller setzen 1 Pferdekraft gleich 75^{km} , d. h. 75 Kilogramm um 1 Meter gehoben, was als durchschnittliche Leistung eines Pfer-des während einer Secunde jedenfalls zu viel ist, aber als willkühr-liche Einheitsbestimmung angenommen werden kann, wenn man nicht lieber die Messung nach Pferdekraft ganz will fallen lassen. — Der Effect der bewegenden Kraft bei Maschinen vertheilt sich in den Nutzeffect und in den verlorenen Effect; der letztere Theil ist derjenige, welchen die Ueberwindung der Nebenhindernisse in An-spruch nimmt; der übrig bleibende Nutzeffect ist die eigentlich be-absichtigte Leistung der Maschine, oft nur ein kleiner Theil des ge-sammten Effectes der bewegenden Kraft. Vollständigeren Auf-

schluss über diesen Gegenstand giebt die Theorie durch den Satz der lebendigen Kräfte und den aus diesem fließenden Satz von der Uebertragung der Arbeit bei Maschinen. (Principe de la transmission du travail.) s. Mechanik. Mdg.

Effervesciren, Aufbrausen, bezeichnet das zischende Geräusch, welches entsteht, wenn ein Gas sich aus einer Flüssigkeit lebhaft entwickelt, z. B. wenn Kohlensäure aus Kreide durch eine verdünnte Säure ausgetrieben wird. B.

Efflorescenz, Effloresciren, Ausblühung, nennt man das vegetationsähnliche Emporsteigen eines festen Salzes aus seiner Auflösung an den Wänden des Gefässes. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, dass am oberen Rande der Salzlösung das Wasser verdunstet und Salz hinterlässt. Zwischen diesem und der Gefässwand zieht sich ein anderer Theil der Lösung wie in einer Capillarröhre in die Höhe, und setzt nach Verdampfung des Wassers seinen Salzgehalt auf dem bereits vorhandenen ab. Diess wiederholt sich nun so lange, als noch unten von der Auflösung etwas vorhanden ist, während nicht selten das Salz den Rand des Gefässes überschreitet, ausserhalb desselben herabsteigt, und bisweilen noch auf dem Tisch fortgeht, so dass in dem Gefässe die Flüssigkeit ganz verschwindet. Kohlensaures Natron, doppelt schwefelsaures Kali, Zinkvitriol u. a. effloresciren gern, ersteres auch bisweilen aus feuchten Mauern. Man verhütet das Effloresciren, wenn man den Rand des Gefässes mit Talg bestreicht. B.

Egeran heisst der stark gestreifte Vesuvian (s. d.) wegen seines Vorkommens zu Haslau bei Eger in Böhmen. B.

Ehlit, phosphorsaures Kupferoxyd von Ehl, s. Libethenit.

Eichengerbsäure s. Gerbsäure.

Eieröl. Das Eigelb (s. d.) besteht zum Theil aus einem Oele, das in den Apotheken auf eine gewaltsame Weise durch Rösten des Gelben von harten Eiern gewonnen wird. In dieser Weise der Bereitung kann es nicht unverändert bleiben. Im reinen Zustande ist es daher auch noch nicht gekannt und seine Untersuchung noch ein Bedürfniss. M.

Eigelb. Bekannt ist die Lagerung des Gelben innerhalb des Weissen im Ei, an dessen Zellen es durch die umgebende Haut an zweien Punkten befestigt ist. Seine Zusammensetzung ist nach Prout: 17 Albumin, 29 Eieröl, 54 Wasser; ausserdem finden sich nach Chevreul zwei darstellbare Farbstoffe in demselben. M.

Eigenschaften der Materie s. Materie.

Einbalsamiren nennt man ein auf chemische Grundsätze basirtes Verfahren, thierische Substanzen vor Fäulniss zu schützen,

das jedoch ohne erheblichen Nutzen ist, und nur durch religiöse Vorurtheile zur Anwendung kam, so dass es mehr ein historisches Interesse hat, als ein in die Naturwissenschaften herüberreichendes, da wir dieser wunderbaren Sitte eine Menge der merkwürdigsten Aufschlüsse über das Alterthum verdanken. Der Chemie liegt es jedoch ob, das Verfahren der alten Aegypter, das in jedem Falle ein vollkommenes war, zu erforschen, und eine ähnliche, auch jetzt bisweilen wünschenswerthe Aufbewahrung der Leichen möglich zu machen. — Was das Verfahren der alten Aegypter betrifft, so sind wir zwar über den mechanischen Theil desselben hinreichend unterrichtet, da die an den Mumien wahrgenommenen Veränderungen den von Herodot beschriebenen Operationen entsprechen, allein der chemische Theil ist dunkler. Was Herodot *νετρον* nennt, in dessen Lösung die Leichen einige Monate sollen gelegen haben, kann weder Salpeter noch Soda, noch Chlornatrium gewesen sein, da diese Stoffe sich sonst in den Mumien vorherrschender finden müssten, denn nur selten war an ihnen Koch oder Glaubersalz ausgewittert; indess hat George selbst aus den umgebenden Byssusbinden mit Wasser kohlenensaures Natron, Kochsalz und Glaubersalz ausgezogen. — Die wohlriechenden Harze, mit denen die Höhlungen des Leibes ausgefüllt wurden, finden wir wieder, ihre Beschaffenheit ist noch nicht näher bestimmt, doch ist unter andern auch Asphalt gefunden worden.

Eine sehr wichtige Stelle ist in Plinius dem älteren: Hist. nat. Lib. XVI. cap. 11. *Lignum ejus (tedae) concisum furnis, undique igne extra circumdato fervet; primus sudor, aquae modo, fluit canali; hoc in Syria cedrium vocatur, cui tanta est vis, ut in Aegypto corpora hominum defunctorum eo perfusa servantur.*

Diese Stelle des Plinius ist desshalb so treffend, weil das Cedrium durchaus der Holzsäure entspricht, deren conservative Kraft erst neuerlich wieder aufgefunden ist, und auch zu Plinius Zeiten so unbekannt war, dass er diese Angabe nur aus indirecter Ueberlieferung machen konnte.

In neuerer Zeit bedient man sich auch des Holzessigs, um thierische Körper zu conserviren, doch ist alsdann nicht zu vermeiden, dass sie braun werden. Dem Ansehen nach frischer bleiben sie, wenn man sie in eine wässrige Lösung von Creosot eintaucht. Ausserdem kann man die Leiche in eine alkoholische Auflösung von Quecksilberchlorid oder in arsenige Säure legen, von welcher dieselbe binnen eines Monates so durchdrungen wird, dass sie nachher mit natürlicher Farbe, ohne zu faulen, lange Zeit aufbewahrt werden. Als die vollkommenste Art der Einbalsamirung giebt Berzelius diejenige an, wo die Pulsadern mit Holzsäure injicirt, und die Haut, so wie die Eingeweide durch das oben angegebene Bad von Sublimat getränkt werden. M.

Einfallsebene, Einfallslloth, Einfallspunkt, Einfallswinkel s. Brechung.

Einklang, d. i.: gleiche Höhe zweier Töne findet statt, wenn die Schwingungen beider mit gleicher Geschwindigkeit erfolgen, so dass die Schwingungszahlen sich verhalten wie 1 : 1. Von der Art

der Schwingungen oder Erschütterungen ist diese Uebereinstimmung der Höhe ganz unabhängig. Bemerkungen über den Einklang s. in Pogg. Ann. LIII. 433. S.

Einmaischen nennt man die Operation beim Brauen und Brennen, welche auf das Malzen folgt, und hier kurz beschrieben werden soll:

Erstens beim Brauen. Das Malz (s. d. Art.) wird zunächst zu einem lockeren Schrot zermahlen, wobei man eine wirkliche Mehlbildung möglichst vermeidet, da dieses theils die nachherige Würze trübt, theils sich zu Klössen ballt und die Extraction der Würze hindert. — Ein mässiges Anfeuchten des Malzes vor dem Schroten ist zum richtigen Verlaufe dieser Operation sehr zweckdienlich. — Mit dem Einmaischen beabsichtigt man nicht blos, die für das Bier tauglichen Stoffe aus dem Schrote zu ziehen, sondern auch noch einen Theil der untauglichen brauchbar zu machen.

In grossen Bottichen wird das Schrot mit warmem Wasser eingeteigt, und nachher heisses Wasser hinzugegossen, jedoch nicht auf einmal viel, weil wenig Wasser die Würze besser auszieht, und zugleich diese von einer steifen Maische leichter abläuft, als von einer dünnen. Nach dem Aufguss wird der Bottich verdeckt und dann nach einigen Stunden die Würze durch den mit Stroh bedeckten doppelten Boden des Maischbottichs in ein unteres Gefäss, den Würzebrunnen, abgelassen, erscheint, wenn das erste Trübe zurückgegossen ist, klar und schmeckt süss. Noch zwei oder drei Mal wiederholt man dasselbe Verfahren, bisweilen auch das letzte Mal mit kaltem Wasser, um Dünnbier zu erhalten. Was dann noch an nahrhaften Theilen bei der Hülse geblieben ist, und ungefähr 50 pCt. beträgt, wird als Träger zu Viehfutter mit Vortheil verwendet. — Etwas abweichend ist das Verfahren in Baiern.

Zum Branntweinbrennen wird das Malz zwar in ein feineres Schrot, aber doch auch nicht in Mehl verwandelt. Dieses Schrot wird mit 8mal so viel Wasser angerührt, wovon 3,1 Theile zum Maischen und 4,9 Theile zum Zukühlen verwendet werden. In das zum Einmaischen bestimmte Wasser von 56—66°, in den Vormaischbottichen enthalten, schüttet man das Schrot und rührt Alles zu einem gleichmässigen Teige. Bleibt die Maische so stehen, so beginnt die Zuckerbildung, wodurch der Teig dünnflüssiger und süss wird. Darnach folgt das Zukühlen, indem man den Rest des Wassers hinzugiesst, wozu man, um es möglichst kalt zu haben, am liebsten Brunnenwasser nimmt. Darnach stellt man die Maische zum Gähren mit Hefe. — Den weiteren Verlauf, sowohl des Brauens als des Branntweinbrennens s. unter diesen Artikeln. M.

Einteigen. Von drei Operationen im technischen Theile der organischen Chemie gebraucht man diesen Ausdruck. Es ist

- 1) Beim Brodbacken das Anrühren des Mehles mit Wasser und Hefe oder Sauerteig.
- 2) Beim Bierbrauen so viel als Einmaischen.
- 3) Das Benetzen des Malzes vor dem Schroten, wie es bei einigen Brauereien üblich ist. M.

Eis, s. Gefrieren.

Eisen, $Fe = 339,205$. Das gediegene Eisen gehört zu den mineralogischen Seltenheiten, und ist theils meteorischen, theils tellurischen Ursprungs. Ueber jenes sind die Art. Meteoreisen und Meteorsteine nachzusehen, in Betreff des tellurischen können mehrere Vorkommnisse genannt werden. 1826 entdeckte der Major Barall bei Vermessungen in den Bergen von Canaan in Connecticut einen 2 Zoll mächtigen Gang von gediegenem Eisen in Chloritschiefer. (Berzelius Jahresbericht. VIII. 201.) In der Grafschaft Guildford in Nordamerika soll es nach Shepard in Octaedern gefunden worden sein, und nach Eschwege in dünnen, biegsamen Blättchen in der Provinz Minas Geraes vorkommen. Auch die im Platin und Goldsand am Ural enthaltenen Körner sind hierher zu zählen.

Die Erze, aus denen das Eisen ausgebracht wird, enthalten das Metall im oxydirten Zustande; denn das mit Schwefel verbundene, in der Natur sehr häufig vorkommende Eisen, kann wegen der Schwierigkeit der Trennung beider nicht auf Eisen benutzt werden. So allgemein nun auch die Eisenerze verbreitet sind, und so alt die Kenntniss dieses Metalles auch ist, so hat man doch erst in sehr später Zeit die Gewinnung des reinen Eisens kennen gelernt, indem man bei den früher unvollkommenen Methoden bald Stabeisen, bald Stahl erhielt, wie der Zufall es fügte. Da man Stahl als ein von Schlacken gereinigtes Eisen ansah, so schrieb man die Entstehung desselben sowohl der besseren Beschaffenheit des Erzes als auch der läuternden Kraft des zum Ablöschen (beim Härten) verwendeten Wassers zu. Erst seit dem XVIII. Jahrhundert ist der Eisenbetrieb Gegenstand wissenschaftlicher Forschung, und die Darstellung der verschiedenen Eisensorten dem Zufall entzogen und nach Grundsätzen geregelt worden.

Zur Gewinnung des Eisens benutzt man den Magneteisenstein (Oxyduloxyd), Roth- und Brauneisenstein (Oxyd, letzterer das Hydrat) Spatzeisenstein (kohlensaures Eisenoxydul), Thoneisenstein, Wiesen- und Sumpferze, welche Gemenge von Eisenoxydhydrat mit thonigen, oft auch zersetzten organischen Stoffen sind. Die Erze werden zunächst geröstet, um die darin enthaltenen flüchtigen Substanzen, wie Wasser, Schwefel u. a. zu entfernen, und die Masse aufzulockern. Darauf werden sie gehörig zerkleinert, und reichere mit ärmeren in demjenigen Verhältniss gemischt (gattirt), welches erfahrungsmässig die bedeutendste Ausbeute liefert. Zum Ausbringen des Eisens ist indess ausser der reducirenden Kohle noch Schlacke erforderlich, welche den Zweck hat, die den Erzen gewöhnlich beigemengten Stoffe zu entfernen, und das Zusammenfliessen der an verschiedenen Stellen reducirten und geschmolzenen Metalltheilchen zu bewirken. Sie muss also ungefähr bei derselben Temperatur schmelzen, bei welcher das Metall flüssig wird. Sie besteht aus schmelzbaren kiesel-sauren Salzen, deren Bestandtheile Kieselsäure, Kalkerde, Thon- und Bittererde in grösserer oder geringerer Menge oft schon mit den Erzen brechen, jedenfalls aber, wenn sie in der Gattirung fehlen, oder nicht in hinreichendem Maasse vorhanden sind, hinzugefügt werden müssen. Fehlt es an Kieselsäure, so setzt man Quarz, fehlt

es an Basen, Kalkstein oder Flussspath hinzu. Im ersten Fall würde nämlich die Schlacke zu schwerflüssig werden, im letzten würde sie in Ermangelung anderer Basen zu viel Eisenoxydul aufnehmen und dadurch einen Verlust an Eisen verursachen. Die mit den nöthigen Zuschlägen gemengte Gattirung heisst die Beschickung, in welcher nicht über 50pCt. Eisen enthalten sein dürfen.

Das Schmelzen geschieht im Hohofen, welcher im Innern (Schacht) die Gestalt zweier mit ihren Grundflächen zusammen stossender Kegel hat, von denen aber der obere eine bei weitem längere Axe als der untere hat, dessen Spitze in einen meist viereckigen kastenartigen Raum, das Gestell, ausgeht. Die obere Oeffnung des nach oben sich verengenden abgestumpften Kegels heisst die Gicht. In das Gestell gehen die Röhren, eine oder zwei (Formen), des Gebläses aus, das die zum Brennen erforderliche Luft zuführt. Nach der vorderen Seite zu ist der untere Theil des Gestelles verlängert (Vorheerd), und vorn durch den Wallstein geschlossen, oben aber offen (Brust), so dass der Arbeiter über das ganze Untergestell hinsehen und wirken kann. Der Wallstein steht auf der einen Seite von der Wand des Gestelles etwas ab, und lässt eine Spalte, die zum Ablassen des Eisens dient (Abstichöffnung), während des Schmelzens aber mit schwerem Gestübbe verstopft ist. Der Schacht wird aus reinem feinkörnigem Sandstein oder feuerfesten gebrannten Steinen aufgeführt. Die Höhe ist nach Beschaffenheit der Erze und des Brennmaterials sehr verschieden und schwankt zwischen 20—50 Fuss. Ist ein Hohofen einmal in Gang gesetzt, so dauert das Schmelzen (die Campagne) in der Regel so lange als die Beschaffenheit des Ofens es noch gestattet, bisweilen mehrere Jahre.

Soll eine Campagne beginnen, so wird der Ofen zuerst angewärmt, indem man auf dem Boden desselben Holz anzündet, und nach und nach so viel Kohlen oben durch die Gicht einschüttet, dass der ganze Schacht sich mit glühenden Kohlen füllt. Gleichzeitig setzt man die Gebläse, anfangs langsam, in Thätigkeit, und bringt nun in die Gicht schichtweise Kohlen (Holzkohlen, Coaks, unter Umständen selbst Steinkohlen und Holz) und beschicktes Erz dem Maasse oder Gewicht nach ein. Langsam sinken die Massen nieder, während oben neue Schichten oder Gichten aufgegeben werden. Je tiefer die Erze sinken, desto grösser wird die Hitze, der sie am längsten auf den schrägen Wänden des unteren Kegels (Rast) ausgesetzt sind, bis sie endlich in die Nähe der Gebläse, in die Formgegend kommen, wo die Temperatur am höchsten ist, die Kieselsäure mit den vorhandenen Oxyden und Erden zur Schlacke zusammenschmilzt, und das schon vorher reducirte Eisen sich mit Kohlenstoff zu Roh- oder Guss-eisen verbindet. Dieses sammelt sich am Boden des Gestelles an, bedeckt von Schlacken, die man über den Wallstein abfliessen lässt, oder auf die Weise abzieht, dass man ihre Oberfläche mit Wasser bespritzt, und dadurch zum Erstarren bringt. Das Eisen schöpft man aus dem Vorheerd entweder mit schmiedeeisernen und lehmbestrichenen Löffeln, oder lässt es aus der durch Einstossen des untersten Gestübbes gemachten Abstichöffnung über Rinnen in die zubereiteten Formen fliessen.

Die durch die Gebläse eintretende Luft giebt mit den brennenden Kohlen Kohlensäure, die aber, indem sie über die höher gelegenen glühenden Kohlen fortzieht, zu Kohlenoxydgas reducirt wird. Ebenso wird das mit der Luft hereingekommene Wassergas bei seinem Zusammentreffen mit glühenden Kohlen in Kohlenoxyd und Wasserstoffgas umgewandelt, so dass also die Erze bei ihrem Niedersinken den reducirend wirkenden Gasen begegnen. Da Wasserstoff das Eisenoxyd schon unter der Rothglühhitze reducirt, so ist die Reduction des Eisens schon erfolgt, bevor es in das Gestell tritt. Bunsen hat gezeigt, dass in allen Theilen des Hohofens Wasserstoffgas sich befindet und dass dasselbe in den mittleren Theilen des Schachtes 2 pCt. und darüber von den daselbst befindlichen Gasen ausmacht. Die Menge des Kohlenoxydgases übersteigt in der Mitte sogar 30 pCt. und macht noch in dem obersten Theil 26 pCt. aus. Dagegen ist der Kohlensäuregehalt in der Mitte sehr gering, er beträgt 3—4 pCt., nimmt jedoch gegen die Tiefe etwas zu, sehr bedeutend aber und plötzlich in den obersten Schichten, wo er von 3 auf 11 pCt. steigt. Diese grosse Quantität Kohlensäure entsteht grossentheils aus kohlen-säurehaltigen Bestandtheilen der Beschickung (namentlich Kalkstein), deren entweichendes Wasser die Entfernung der gasförmigen Säure sehr begünstigt. Die Menge des Stickgases ist überall durchschnittlich 61 pCt. Man kann also den obersten Theil des Hohofens wie einen Röst- und Brennofen, den mittleren als den Reduktionsraum und den untersten als Schmelzofen ansehen. Bunsen hat ausserdem gefunden, dass bei der jetzigen Weise des Hohofenbetriebes ungefähr die Hälfte des aufgewendeten Brennmaterials als Kohlenoxydgas verloren geht, das noch auf mancherlei Weise benutzt werden kann. (Pogg. Ann. XLVI. 193.)

Einen wesentlichen Vortheil zog der Eisenschmelzprocess durch die Speisung des Hohofens mit heisser Luft, mit der man die ersten Versuche 1829 in der Nähe von Glasgow machte, die aber jetzt sehr allgemein angewendet wird, und nicht allein eine grosse Ersparniss an Brennmaterial, sondern auch ein besseres Produkt bewirkt. Anfangs erhitzte man die Luft nur bis auf 100°, ist aber später auf 400° C. in die Höhe gegangen. Zum Erhitzen benutzt man die Gichtflamme oder einen besonderen Ofen. (Pogg. Ann. XXXIV. 163. 174.)

Soll der Ofen ausgeblasen werden, so lässt man der letzten Erzgicht noch einige Kohlengichten folgen, und dann den Ofen ausgehen. Bei kleineren Reparaturen dämpft man den Ofen, indem man alle Oeffnungen verschliesst. Ausführliche Belehrung über den Eisenschmelzprocess, besonders das Technische betreffend, findet man in Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde. 5 Bde. 3te Aufl.

Das so gewonnene Eisen enthält ausser mehr oder weniger aus den Erzen herrührenden Verunreinigungen noch einige Procent Kohlenstoff, wodurch es schmelzbar aber auch spröde und unhämmerbar wird, Guss- oder Roheisen. (s. d.) Man befreit es von diesem Kohlengehalt entweder durch das Frischen oder Pudeln (s. beide), und erhält dann das schmiedbare Stabeisen (s. d.), welches indess auch noch gegen $\frac{1}{2}$ pCt. Kohlenstoff enthält. Man kann zwar aus guten Erzen und bei niedriger Temperatur sogleich Stabeisen erhalten, allein dies Verfahren ist mit einem grossen Verlust an Eisen verbunden,

und in neuerer Zeit nur noch an wenigen Orten üblich, während es früher allgemein verbreitet war.

Reines Eisen bereitet man sich, wenn man gutes Stabeisen, z. B. feinen Draht mit $\frac{1}{4}$ feingeriebenem Hammerschlag unter Glaspulver in heftigem Feuer schmilzt, wobei der Kohlenstoff des Stabeisens mit dem Sauerstoff des Oxyds entweicht. — Wenn man reines Eisenoxyd bis zu einer zwischen dem Siedepunkt des Quecksilbers und Schmelzpunkt des Zinks liegenden Temperatur, d. i.: noch unter Rothgluth, erhitzt, und Wasserstoff darüber leitet, so wird es reducirt, und fein zertheiltes Eisen erhalten, das beim Ausschütten sich an der Luft entzündet. (Magnus in Pogg. Ann. III. 81. VI. 509). — Nach Capitaine erhält man Eisen auf nassem Wege, wenn man Zink in eine neutrale Lösung von Eisenchlorür stellt. Das Zink wird brüchig, magnetisch, und zuletzt findet man nur noch ein Stück zerreibliches Eisen. (Pogg. Ann. XLIX. 182.)

Eigenschaften. Das reine Eisen hat eine grauweisse Farbe, lebhaften metallischen Glanz und hakigen Bruch. Wo grössere Massen von Gusseisen erkalten, hat man bisweilen würfelförmige und octaëdrische Krystalle von Eisen beobachtet. An den eisernen Verankerungen der Hohöfen zeigt sich oft eine würfelförmige Structur. Eisen wird durch den Magnet schnell magnetisch, das reine verliert aber seinen Magnetismus eben so schnell wieder, während Stabeisen ihn zwar langsamer annimmt, aber auch länger behält. Glühendes Eisen wirkt nicht auf die Magnetnadel, und das magnetische wird beim Glühen unmagnetisch. Pulverförmiges Eisen, wie es durch trockne Destillation des oxalsauren Eisenoxyds erhalten wird, leitet die Elektrizität nicht. Spec. Gew. 7,8. Spec. Wärme 0,1026 (bei constantem Volumen W. Weber); nach Dulong und Petit 0,1100; nach Regnault 0,113795. In trockener Luft verändert sich Eisen nicht, zumal wenn es gut polirt ist, in feuchter verwandelt es sich in Oxydhydrat, rostet. An der Luft geglüht, überzieht es sich mit einer Rinde von Oxyduloxyd, Hammerschlag. Es schmilzt nur in der allerstrengsten Weissglühhitze, die bei den gewöhnlichen Oefen nicht erreicht wird, worin also das Eisen unerschmelzbar ist. Im glühenden Zustande erweicht es, und zwei so erweichte Stücke lassen sich dann vollkommen wie teigartige Substanzen vereinigen oder zusammenschweissen. Eisen bis zum Schmelzen erhitzt und in den Luftstrom eines Blasebalges gehalten, fährt darin fort wie im Sauerstoff zu brennen (Bierly). Dessgleichen, wenn man an das Ende der Eisenstange eine Schnur bindet, und sie dann in einem Kreise schwingt (D'Arcet). Von verdünnten Säuren wird Eisen unter Entwicklung von Wasserstoff aufgelöst, in concentrirte Salpetersäure gebracht, wird es nicht angegriffen und in einen Zustand versetzt, in dem es sich wie ein edles Metall verhält. Schönbein, der dieses Verhalten näher untersucht hat, nennt es den passiven auch inactiven Zustand des Eisens (s. Inactivität), und er hat ihn auf noch mancherlei Weise hervorgebracht. (Pogg. Ann. XXXVII. 390. 590; XXXVIII. 444. 492; XXXIX. 137. 342; XL. 193; XLI. 41; XLVI. 331.)

Um Eisen vor Rost zu bewahren sind verschiedene Mittel vorgeschlagen. Man setze es in leitende Verbindung mit Zink, das selbst in feuchter Luft schützt, wenn seine Oberfläche $\frac{1}{7}$ von der des Ei-

sens beträgt, oder packe es in gut ausgeglühtes Kohlenpulver (Meyer).
 $\frac{1}{2000}$ kohlen-saures Kali in Wasser hält den Rost ab, sicherer noch
 $\frac{1}{3000}$, dessgleichen Kalkwasser und Boraxlösung (Payen).

Man vergl. noch Stabeisen.

Verbindungen. Das Eisen hat drei Oxydationsstufen, ein Oxydul, ein Oxyd und eine Säure. Es verbindet sich ferner mit den Salzbildern, mit Schwefel, Kohlenstoff (Guss-, Stabeisen und Stahl) Stickstoff (s. d.) und den meisten anderen Metallen. B.

Eisenbahn, elektrische Ströme in derselben.

Elektromagnetische Wirkungen sind auf dreifache Weise in Beziehung ihrer Anwendung auf Eisenbahnen in Anregung gebracht worden. Einerseits hat man vorgeschlagen, die elektro-magnetische Anziehung als bewegende Kraft der Locomotive an die Stelle der Spannung der Wasserdämpfe zu setzen, andererseits hat man die Schienen der Eisenbahnen als Leitungsdrähte bei elektrischen Telegraphen benutzt, endlich durch die gegenseitige Anziehung des elektromagnetisirten Rades einer Locomotive und der unmagnetisirten Schiene die Reibung des Rades auf der Schiene zu vermehren vorgeschlagen. In Beziehung auf die ersten beiden Anwendungen s. „elektromagnetische Maschinen“ und elektrische Telegraphen“. Der dritte Vorschlag ist von Weber gethan worden, in den Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins 1840. p. 46., und zwar in folgender Weise:

Um einen eisernen Radkranz, der wie zu einem Schnurlauf mit einer tiefen Rinne versehen ist, neben welcher durch einen Ansatz von Holz oder Messing noch zwei andere parallele Rinnen zu beiden Seiten gebildet sind, wird ein isolirter Kupferdraht so umgewickelt, dass er zuerst in einer der Ansatzrinnen um das Rad herumläuft, dann in die innere eiserne Rinne eintritt und diese in entgegengesetztem Sinne durchläuft, endlich aus dieser austretend in die dritte Rinne gelangt, welche er in demselben Sinne als die erste durchläuft. Wird dieser Kupferdraht von einem elektrischen Strom durchlaufen, so wird er den einen eisernen Rand der inneren Rinne zu einem Südpole machen, den anderen zu einem Nordpole, da die Richtung des Stromes sich auf die Form eines S zurückführen lässt, so dass also die Peripherie des Rades als eine stetige Folge von Hufeisenmagneten angesehen werden kann, deren Nordenden und Südenden zusammengenommen, zwei Kreise bilden, die einander parallel sind und deren Mittelpunkte in der Radaxe liegen. Es versteht sich von selbst, dass der Kupferdraht aus einer Rinne in die andere vermittelt Löcher tritt, welche in ihre Scheidewände gebohrt sind, nicht über die Ränder selbst hinweggebogen wird. Ein so magnetisirtes Rad lässt sich nun leicht auf einer Schiene hinrollen, da die magnetischen Kräfte vor und hinter der Berührungsstelle einander das Gleichgewicht halten, es lässt sich aber schwer auf derselben schieben, da die Schiene den Anker bildet für die Pole jenes continuirlichen Hufeisenmagneten. Die magnetische Reibung eines so construirten Radmagnetes würde den Vortheil gewähren, dass man nach Belieben sie gebrauchen oder nicht gebrauchen, schwächen oder verstärken könnte, je nachdem man nämlich die Verbindung des Drahtes mit der galvanischen Kette

aufhebt oder die Intensität des elektrischen Stromes verändert. Sie ist ausserdem von der Last des Dampfzuges unabhängig, welche bisher allein die zur Drehung des Rades nothwendige Reibung hervorbrachte. Ausserdem wird durch diese Vorrichtung das Schlottern des Dampfzuges vermieden, der nun nicht mehr auf der Schiene in Schlangenlinien, sondern geradlinig läuft, endlich bei Krümmungen der Bahn ein von dem durch die Schwungkraft verminderten Gewicht unabhängiger Druck hervorgebracht, dessen Steigerung die Wirkung der Schwungkraft zu compensiren vermag. D.

Eisenblau, erdiges, blättriges u. s. w. sind verschiedene Abänderungen des natürlichen phosphorsauren Eisenoxyduls. (s. d.) B.

Eisenblüthe heisst der korallenartig verästelte Arragonit.

Eisenerz. In der Nomenclatur von Mohs ist axotomes Eisenerz = Titaneisen (s. d.), diprismatisches Eisenerz = Lievrit, — dodekaëdrisches Eisenerz = Franklinit, — octaëdrisches Eisenerz = Magneteisenstein, — prismatisches Eisenerz = Brauneisenstein, — rhomboëdrisches Eisenerz = Eisenglanz. B.

Eisenglanz, das natürliche, krystallisirte Eisenoxyd. B.

Eisenglimmer ist schuppiger feinblättriger Eisenglanz. B.

Eisenkies. Mohs unterscheidet den hexaëdrischen d. i. Schwefelkies, — prismatischen d. i. Wasserkies, — und rhomboëdrischen d. i. Magnetkies. — s. Schwefeleisen. B.

Eisenkiesel, ein mit Eisenoxyd gemengter und dadurch roth, braun oder gelb gefärbter undurchsichtiger Quarz. Die sogenannten Hyacinthen von Compostella sind dergleichen rothe, gewöhnlich auf beiden Enden auskrystallisirte Quarzkrystalle, und zum Eisenkiesel gehörig. B.

Eisenniere, nierenförmiger, schaaliger Thoneisenstein, syn. mit Adlerstein. B.

Eisenoxyd, $\text{Fe} = 78,41$. — $69,34 \text{ E.}$; $30,66 \text{ Sauerst.}$; kommt sehr verbreitet unter vielerlei Formen und Namen in der Natur vor.

a) Wasserfrei. 1) Eisenglanz, stahlgrau oder eisenschwarz, von lebhaft metallischem Glanz, oft bunt angelaufen, von Härte des Feldspaths, und kirschroth im Strich. Gewöhnlich ist der Eisengl. krystallisirt, er findet sich aber auch derb und von körniger Textur. Die Grundform der Krystalle ist ein Rhomboëder, dessen Endkantenwinkel $85^{\circ}58'$ beträgt (Mohs), gewöhnlich zeigen die Krystalle viele secundäre Flächen und erscheinen oft tafelförmig. Sie sind deutlich spaltbar parallel der gerade angesetzten Endfläche des Rhomboëders, weniger vollkommen parallel den Flächen desselben. Spec. Gew. $5-5,3$. Man findet ihn auf Lagern und Gängen, ausgezeichnet schöne Krystalle auf Elba und bei Altenberg in Sachsen. Interessant hin-

sichtlich der Bildungsweise ist das Vorkommen desselben in der Lava ausgebrannter und noch thätiger Vulkane. Schnüre und Gänge von schönen Eisenglanzkrystallen, wie in den vulkanischen Gesteinen, fanden sich in den Spalten der Backsteine eines Töpferofens zu Oranienburg, worin die Thonwaaren durch Kochsalz glasirt wurden. Sie waren entstanden durch die Einwirkung von salzsauren und Wasserdämpfen auf den eisenhaltigen Thon, wobei sich eine Verbindung von Chloreisen mit Wasser erzeugt, die bei steigender Hitze in entweichende Chlorwasserstoffsäure und in Eisenoxyd zerlegt wird, das sich krystallinisch ansetzt. Mitscherlich, der diese Verhältnisse aufklärte (Pogg. Ann. XV. 630.), fand dadurch auch die Entstehung des Eisenglanzes in der Lava erklärt, indem in den Vulkanen alle genannten Stoffe vorhanden sind und unter dem Einfluss der grossen Hitze in der bezeichneten Weise auf einander einwirken. — Der feinschuppige Eisenglanz, der bisweilen an den Kanten dunkelroth durchscheinend ist, wird Eisenglimmer genannt.

2) Rotheisenstein, Blutstein, Farbe und Strich dunkelroth oder kirschroth, weicher als Eisenglanz, spec. Gew. 4,5—5. Kommt nicht in Krystallen vor, dagegen häufig in traubigen oder kugligen Massen von strahlig fasriger Structur, rother Glaskopf. Bildet der Rotheisenstein zartschuppige oder schaumartige, abfärbende Ueberzüge, so heisst er Rotheisenrahm. Der dichte Rotheisenstein kommt auch in Aferkrystallen von Kalkspath oder als Versteinerungsmasse von Schaalthieren vor, und bisweilen mit glatten glänzenden Flächen, sogenannte Eisenspiegel.

3) Der ockrige Rotheisenstein ist ein mit Thon in verschiedenen Verhältnissen gemengtes Eisenoxyd von rothbrauner Farbe, in mancherlei Varietäten, z. B. Röthel, jaspisartiger, stenglicher Thoneisenstein u. s. w.

b) Wasserhaltig. Brauneisenstein, Strich und Farbe braun. Alle Brauneisensteine zerfallen in zwei durch ihren Wassergehalt verschiedene Gruppen, worauf zuerst v. Kobell aufmerksam gemacht hat. (Journ. f. prakt. Chem. I. 181. 319.) Die zur ersten Abtheilung gehörigen Abänderungen enthalten 10,31 pCt. Wasser, und sind der

Formel Fe H gemäss zusammengesetzt. v. Kobell schlägt vor, sie unter dem Namen Göthit zusammen zu fassen. Hierher gehören: das Nadeleisenerz oder strahliger Brauneisenstein, in kleinen nadel förmigen rhombischen Krystallen, die deutlichsten zu Lostwithiel in Cornwall, überhaupt selten; der Rubinglimmer, Pyrosiderit oder Göthit, in dünnen, tafelförmigen, röthlich braunen Krystallen, hyacinthroth, durchscheinend, diamantglänzend, von Apatilhärte, spec. Gew. 3,6—3,9.; der Lepidokrokit, bildet kugelförmige und traubige Massen von schuppig fasriger Structur, röthlichbraun, von Kalkspathhärte oder wenig darüber, spec. Gew. 3,7. Letztere beide sind selten und kommen vor bei Eisfeld im Siegenschen, auf dem Hollerter Zug im Saynschen und an einigen anderen Orten. — Zu dieser Abtheilung der Brauneisensteine gehören auch die bekannten Würfel und Pentagondodekaëder aus Brauneisenstein, die aus Schwefelkies entstanden sind, und deren Kern noch oft aus Schwefelkies besteht. Sehr schöne Pseudomorphosen dieser Art finden sich zu Minden in

Westphalen und Beresow in Sibirien. Die 1824 bei Lewaschowka im Orenburger Gouvernment nach einem Hagelfall gefundenen Körner von octaëdrischer und leucitoëdrischer Form, die mit dem Hagel herunter gefallen sein und den Kern der Hagelkörner ausgemacht haben sollen, zeigten bei der Analyse dieselbe Zusammensetzung wie die Pseudomorphosen des Schwefelkieses, woraus sie auch nach G. Rose entstanden und nicht mit dem Hagel gefallen, sondern durch denselben erst an die Erdoberfläche gebracht worden sind. (Pogg. Ann. VI. 30. XXVIII. 570.) — Seiner Zusammensetzung wegen muss auch der Stilpnosiderit hierher gerechnet werden. Er ist pechschwarz oder schwarzbraun, fettglänzend, tropfsteinartig, unkrystallinisch, als Ueberzug, nahe von Feldspathhärte, spec. Gew. 3,8. In Sachsen, Thüringen, Schlesien.

Die Brauneisensteine der zweiten Gruppe enthalten 44,71 pCt. Wasser und haben zur Formel Fe_2H_3 . Hierher alle fasrigen, dichten und erdigen Brauneisensteine. Der traubige, nierenförmige, oberflächlich gewöhnlich viel dunklere, fasrige heisst brauner Glaskopf. Spec. Gew. 3,6—3,8, von Härte des Apatits oder etwas darüber. Mit Thon und Sand gemengte Brauneisensteine werden ockrige Br. genannt. Dazu: der gelbe Thoneisenstein, Adlerstein, gelbe Erde, Bohmerze und Umbra (s. alle diese). Die Sumpf-, Wiesen- und Rasenerze sind Bildungen, die im Torf- und Moorboden, so wie auf dem Grunde mancher Seen sich noch forterzeugen, besonders in Norddeutschland, in Schweden und dem nördlichen Russland. Sie bilden gelbliche oder schwärzlichbraune, löchrige Massen, nicht selten untermengt mit Pflanzen- und Thierresten, und enthalten bis zu 8 pCt. Phosphorsäure. In Smaland in Schweden fischt man aus manchen Seen dieses Erz in solcher Menge, dass man viele Hohlöcher ununterbrochen damit versehen kann; man nennt es Seerz. Solche Rasen- und Seerze entstehen sehr wahrscheinlich auf die Weise, dass Quellwasser über verwesende organische Stoffe hinfließen, Kohlensäure daraus aufnehmen, und dadurch die Fähigkeit erlangen, Eisenoxyd aufzulösen, wenn sie es vorfinden. Findet nachher die Kohlensäure Gelegenheit zu entweichen, so setzt sich das Eisenoxyd aus dem Wasser ab; auch wird dadurch die Entstehung des phosphorsauren Eisenoxys leicht erklärlich, da Phosphorsäure ein gewöhnlicher Bestandtheil faulender organischer Stoffe ist. Auf ähnliche Weise erklärt auch Kindler die Bildung des schaaligen Brauneisensteins am Abhange von eisenschüssigen Sandhügeln, worin sich abgestorbene Pflanzenwurzeln befinden, nur dass er die auflösende Säure eine organische sein lässt. (Pogg. Ann. XXXVII. 203.)

Alle Brauneisensteine enthalten noch kleine Mengen Kieselsäure, oft auch Manganoxyd, selten Kupferoxyd (in einem Brauneisenstein aus Chili.)

Darstellung. Künstlich erhält man Eisenoxyd durch Glühen des wasserhaltigen, des salpetersauren oder schwefelsauren Eisenoxys, wobei respective Wasser, Salpetersäure oder Schwefelsäure ausgetrieben werden, und Eisenoxyd als ein kirschrothes Pulver zurückbleibt. Aus dem schwefelsauren Salz wird es im Grossen bei der Gewinnung der rauchenden Schwefelsäure dargestellt, und führt

den Namen Englisch Roth oder Colcothar. (s. d.) Man erhält es ferner durch Fällung einer Auflösung des schwefelsauren Eisenoxyduls mittelst kohlensauren Kalis, Trocknen und Glühen des anfangs grünlichen Niederschlags. — Das Hydrat erhält man durch Fällung eines Eisenoxydsalzes, z. B. des schwefelsauren durch Ammoniak. Doch haftet an dem Niederschlag stets etwas von dem Fällungsmittel, wodurch die Bestimmung des Wassergehaltes in diesem Hydrat sehr erschwert wird. Fällt man das schwefelsaure Eisenoxydul mit kohlensaurem Kali, so verwandelt sich der aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehende Niederschlag an der Luft allmählig in Eisenoxydhydrat, indem die Kohlensäure entweicht; allein das so bereitete Hydrat (Crocus Martis aperitivus, oder Ferrum carbonicum) behält immer noch einen kleinen Rückhalt an kohlensaurem Eisenoxydul. (Pogg. Ann. XX. 470. Berzelius Jahresber. XI. 182.)

Eigenschaften. Das wasserfreie E. hat eine rothe Farbe, und zwar desto heller je lockerer, desto dunkler je dichter es ist. Spec. Gew. 5,225 (Boullay), nicht magnetisch, unlöslich in Wasser, löslich in verdünnten Säuren, schwierig aber, wenn es zuvor geglüht worden ist. Glas wird braunroth davon gefärbt, überhaupt ist Eisenoxyd die Ursache der rothen Farbe aller Ziegel und vieler Mineralien. Regnault hat die spec. Wärme des Eisenoxyds in verschiedenen Zuständen untersucht, und dabei gefunden, dass es sich durch wiederholtes Glühen dem Eisenglanz nähert. Dieser hatte nämlich die spec. Wärme 0,16695, Colcothar ein bis viermal geglüht 0,17569; 0,17167; 0,16921; 0,16814. (Pogg. Ann. LIII. 71.) Durch Wasserstoff wird es noch unter der Rothglühhitze völlig reducirt, das dabei erhaltene Eisen entzündet sich an der Luft. (Magnus in Pogg. Ann. VI. 509.) Vergl. Pyrophor.

Das Eisenoxydhydrat hat eine braune, wie der Rost, der selbst ein solches Hydrat ist. Aller Rost, so wie auch das natürliche Eisenoxydhydrat enthalten Ammoniak. Diese Entdeckung machte Vauquelin, als ihm bei einer gerichtlichen Untersuchung ein Säbel und ein Messer übergeben wurden, die zu einem Morde sollten gebraucht worden sein, und worauf Flecke waren, von denen er entscheiden sollte, ob sie von Blut oder Rost herrührten. Da Ammoniak sich unter den Zersetzungsprodukten thierischer Stoffe befindet, so prüfte er zunächst diese Flecke auf Ammoniak, konnte daraus indess keinen entscheidenden Schluss ziehen, da er es in jedem Roste fand. (Ann. de Chim. et de Phys. XXIV. 99.)

Anwendung. Diejenigen Varietäten des Eisenoxyds, die in hinreichender Menge vorkommen, werden auf Eisen verschmolzen, die reiner gefärbten, erdigen als rothe oder gelbe Farbe zum Malen, Anstreichen oder Schreiben wie Röthel benutzt. Den Blutstein gebraucht man zum Poliren und Glätten metallener Gegenstände, den Colcothar um Glas, Edelsteine und Metallarbeiten damit zu putzen. Das Eisenoxydhydrat schlägt, wenn es frisch gefällt ist, arsenige Säure aus einer Auflösung vollständig nieder, wesshalb es als ein entscheidendes Gegengift gegen arsenige Säure gebraucht werden kann, wie Bunsen gezeigt hat. Auch bei Vegetabilien verhindert es nach F. Simon's Versuchen lange die Vergiftung durch diese Säure. (Pogg. Ann. XXXII. 424. XXXIX. 366.)

Verbindungen. In Verbindung mit Säuren giebt das Eisenoxyd Salze von braunrother oder gelbbrauner, im wasserfreien Zustand auch weisser Farbe. Ihre Auflösung schmeckt zusammenziehend, dintenartig, reagirt sauer, wird von Galläpfelinctur schwarz, von Blutlaugensalz mit schön blauer Farbe gefällt. Die ätzenden und kohlen-sauren Alkalien schlagen braunes Eisenoxydhydrat daraus nieder, Schwefelwasserstoff verwandelt das Oxyd in Oxydul und setzt Schwefel dabei ab. Wasser fällt in höherer Temperatur aus den Auflösungen der neutralen Salze ein basisches Salz; je verdünnter die Lösung ist, desto niedriger ist die Temperatur, bei welcher die Fällung eintritt, und bei einer gewissen Verdünnung bleibt fast gar kein Eisenoxyd in der Auflösung, sondern wird als basisches Salz gefällt. (Pogg. Ann. XLIV. 453. XLVIII. 575.) Scheerer hat selbst darauf eine analytische Methode gegründet, Eisenoxyd von Kobalt- und Nickeloxyd und Manganoxydul zu trennen, indem er die Auflösung dieser Oxyde in Schwefelsäure verdünnt und längere Zeit kocht, wobei nur ein basisches Eisenoxyd-salz gefällt wird, das alles Eisenoxyd enthält. (Pogg. Ann. XLII. 104.)

Wie die Thonerde, mit welcher das Eisenoxyd isomorph ist, verbindet es sich mit starken Basen, treibt aus den kohlen-sauren Alkalien in der Glühhitze die Kohlensäure aus, und verbindet sich mit Zinkoxyd, Kupferoxydul (Berzelius Jahresber. XXVIII. 160.) und Eisenoxydul, letztere Verbindung ist der Magneteisenstein. s. Eisenoxydul-oxyd.

Methoden, Eisenoxyd von Eisenoxydul zu trennen s. Berzelius Jahresber. X. 158. XII. 164. XIV. 167. B.

Eisenoxydul, $Fe = 439,21$. — $77,23$ E.; $22,77$ S.; kommt isolirt in der Natur nicht vor, wohl aber in Verbindung mit Säuren in vielen Mineralien. Man erhält es als ein weisses Hydrat, wenn man ein aufgelöstes Eisenoxydulsalz durch ein Alkali fällt. An der Luft wird es schnell grün und allmählig braun, indem es sich in Eisenoxydhydrat umwandelt, man muss also die Luft und lufthaltiges Wasser sorgfältig abhalten. Wenn man dies Hydrat unter der Flüssigkeit kocht, so ändert es sich in einen schwarzen Körper um, den man für das wasserfreie Oxydul hält. (Berzelius in Schweigg. Journ. XXII. 334.) Die Eisenoxydulsalze sind im wasserhaltigen Zustande grün, an der Luft geht das Oxydul leicht in Oxyd über, und ihre Farbe wird gelb und endlich braun, meist setzt sich dabei ein basisches Oxydsalz ab. In der oxydfreien Auflösung giebt Galläpfelinctur keinen, Blutlaugensalz einen weissen an der Luft blau werdenden Niederschlag. Von Schwefelwasserstoff werden sie nicht gefällt. — In der Natur kommen einfache Verbindungen des Eisenoxyduls vor mit Schwefelsäure, Phosphorsäure (Grüneisenstein, Vivianit), mit Kohlensäure (Spatheisenstein), mit Kieselsäure (Chlorophäit).

Wenn man Eisendraht im Knallgasgebläse schmilzt, so erhält man Kugeln, die sich platt hämmern oder in Splintern auch pulvern lassen. In Salzsäure lösen sie sich nur schwierig unter Entwicklung von Wasserstoff zu Eisenchlorür auf. Marchand fand sie constant zusammengesetzt aus $93,2$ Eisen und $6,8$ Sauerstoff, was der Formel Fe_4O entspricht. Berzelius gab dieser Substanz den Namen Eisen-

suboxyd, es ist indess nicht wahrscheinlich, dass sie eine eigene Oxydationsstufe ist. (Jahresb. XX. 84. Journ. f. pr. Ch. XVIII. 184).

B.

Eisenoxydul-oxyd. Wenn Eisen verbrennt, so verwandelt es sich in ein schwarzes Oxyd, den Hammerschlag, den Proust zuerst für ein Oxyduloxyd erklärte. Wenn die Kruste hinreichend dick ist, so lassen sich zwei Schichten daran unterscheiden, von denen die äussere dicht, glänzend, und im Bruch eisengrau, die innere dunkler und im Bruch körnig ist. Die äussere wird stark vom Magneten angezogen, die innere sehr wenig. Mosander fand, dass die innere gleichförmig zusammengesetzt war aus 6 Atomen Eisenoxydul und 1 Atom Eisenoxyd, Fe_6Fe , die äussere dagegen nach aussen oxydreicher ist als nach innen zu, so dass hier der Gehalt an Oxydul von aussen nach innen zunimmt. Betrachtet man sie gleichartig, so ist sie nahe mit der Formel Fe_4Fe übereinstimmend zusammengesetzt. (Berzelius Jahresb. VI. 158).

Der Magneteisenstein ist eine natürliche Verbindung des Oxyduls mit dem Oxyd, 31 Proc. Oxydul, 69 Oxyd, FeFe . Er krystallisirt in regulären Octaëdern, seltener in anderen Formen des gleichgliedrigen Systems; auch körnig, dicht und erdig, von eisenschwarzer Farbe, metallisch glänzend, und stark magnetisch. Härte zwischen Feldspath und Quarz, spec. Wärme 0,16780 (Regnault), spec. Gew. 4,967—5,072 (Breithaupt). Nach v. Kobell giebt es noch ein anderes Magneteisenerz, das nur 24,7 Proc. Oxydul enthält, und die Formel

Fe_3Fe_4 hat. Es ist schwerer als das erste, Breithaupt fand das spec. Gew. 5,142—5,177 (Journ. f. pr. Ch. I. 81, Pogg. Ann. LIV. 152). Magneteisenstein ist sehr verbreitet. Ausgezeichnete Krystalle kommen eingewachsen im Chloritschiefer in Piemont, am St. Gotthard, in Tyrol, ferner in Norwegen, Schweden, zu Unkel in Rheinpreussen, u. a. a. O. vor. Ist ein vortreffliches Eisenerz.

Liebig und Wöhler erhielten eine mit dem leichteren Magneteisenstein, FeFe , gleich zusammengesetzte Verbindung, als sie kohlen-saures Natron und wasserfreies Eisenchlorür zusammen glühten. Beim Auflösen der geschmolzenen Masse in Wasser sondert es sich als ein schwarzes schweres Pulver ab, das sich in Salzsäure löst, durch Ammoniak schwarz wieder gefällt wird, sich nicht beim Auswaschen in Eisenoxydhydrat verwandelt, und beim Trocknen eine schwarzbraune Masse bildet. Diese ist das Hydrat des Oxyduloxyds, denn beim Erhitzen verliert sie Wasser und wird schwarz. Beide, das wasserfreie und das Hydrat, sind magnetisch. Ein Krystall von Magneteisenstein verhielt sich gegen Salzsäure und Ammoniak ebenso. (Pogg. Ann. XXI. 582). Nach Wöhler erhält man Eisenoxyduloxyd leicht, wenn man Eisenoxydhydrat und Eisenfeile mit Wasser digerirt, wobei Wasserstoff sich entwickelt. Das gebildete Oxydul verbindet sich mit dem Oxyd, und kann leicht abgeschlämmt werden. (Ann. der Pharm. XXVIII. 92). Wasserdämpfe über glühenden Eisendraht geleitet, verwandeln diesen in schwarzes Eisenoxyduloxyd, wobei letzteres oft in Krystallen erhalten wird.

B.

Eisenpecherz syn. mit Eisensinter und Triplit, s. diese.

Eisenperidot nannte v. Fellenberg ein von ihm untersuchtes Mineral von der azorischen Insel Fayal, um an den Hauptbestandtheil, das Eisen, und die dem Peridot ähnliche Zusammensetzung und vulkanische Abstammung zu erinnern. S. Fayalit. B.

Eisenrahm, rother, ist zartschuppiger, abfärbender Rotheisenstein (Eisenoxyd). — Der braune E. ist Wad (s. dies.).

Eisenresin, s. Oxalit.

Eisenrosen sind rosenartig gruppirte Krystalle von Eisenglanz.

Eisensäure kennt man im isolirten Zustand noch nicht. Man erhält sie nach Frémy in Verbindung mit Kali, wenn man ein Gemenge von Eisenoxyd, Salpeter und Kali eine Zeit lang lebhaft rothglüht, wobei man eine braune Masse erhält, die mit Wasser übergossen eine schön violette Auflösung giebt; oder wenn man Chlor in eine sehr concentrirte Kalilauge leitet, worin Eisenoxydhydrat suspendirt ist. In alkalihaltigem Wasser ist die Verbindung unlöslich, und giebt einen braunen Niederchlag darin, der sich in reinem Wasser mit Purpurfarbe wieder löst. Die Säure zersetzt sich leicht in Eisenoxyd und Sauerstoff, z. B. beim Erwärmen, durch Säuren und durch Verdünnen mit Wasser. Poggendorff hat das eisensaure Kali auch auf galvanischem Wege als eine schön weinrothe Auflösung erhalten, die sich aber ebenfalls leicht zersetzt, was nicht einmal durch den elektrischen Strom verhütet wird. Sie erzeugt sich in einem Grove'schen Apparat, wenn Gusseisen (Stabeisen gelang nicht) in Kalilauge gestellt, und mit dem in Salpetersäure stehenden Platin verbunden wurde. (Pogg. Ann. LII. 268, LIV. 371.) B.

Eisensau wird die beim Abbrechen eines Hohofens noch darin befindliche und mit dem Boden des Gestelles zusammengesmolzene Eisenmasse genannt. B.

Eisensinter, Eisenpecherz, derbe, nierenförmige traubige Masse, von muschligem Bruch und gelblich oder schwärzlich brauner Farbe. Spec. Gew. 2,4—2,5. Durchscheinend, glas-, oft fettglänzend. Ist ein neues Erzeugniß in alten Grubenbauen, gefunden zu Freiberg, Schneeberg in Sachsen und Nieder-Lazisk in Schlesien. Stromeyer fand das von Freiberg zusammengesetzt aus 33,096 Eisenoxyd; 0,642 Manganoxyd; 26,059 Arseniksäure; 10,038 Schwefelsäure; 29,256

Wasser, woraus Berzelius die Formel $\text{Fe}^{\text{S}}_2 + 2\text{Fe}^{\text{As}} + 81\text{H}$ ableitet. Da indess die Schwefelsäure sich mit Wasser ausziehen lässt, so hält sie Stromeyer für einen zufälligen Bestandtheil. Auch hat Kersten einen E. untersucht, der nur aus 40,45 Eisenoxyd, 30,25 Arseniksäure und 28,50 Wasser bestand, wonach der E. dreifach bas. arseniks.

Eisenoxyd mit Wasser ist. $\text{Fe}^{\text{As}} + 12\text{H}$, was auch mit Stromeyer's

Analyse ziemlich stimmt, wenn man die Schwefelsäure fortlässt. (Schweigg. Journ. XIII. 330, LIII. 176. Gilb. Ann. LXI. 181.) B.

Eisenspath, natürl. krystallisirtes kohlensaures Eisenoxydul.

Eisensuboxyd s. Eisenoxydul.

Eisenvioline, Nagelgeige, Nagelharmonica. Sie besteht in einer Anzahl (16 bis 20) eiserner oder auch messingner Stifte von verschiedener Grösse, die in einen Halbkreis geordnet, in einem Resonanzboden eingeschlagen sind und mit dem Bogen gestrichen werden. B.

Eisenvitriol, grüner, ist schwefelsaures Eisenoxydul. Der rothe E. ist Botryogen (s. dies.).

Eispunkt s. Gefrierpunkt.

Eisspath syn. mit glasiger Feldspath.

Eiweiss s. Proteinverbindungen.

Elaén. Bildet sich mit Olaén zusammen bei der Destillation von Hydro- und Metaeleaänsäure. Beide Stoffe sind procentisch gleich zusammengesetzt, unterscheiden sich aber wesentlich besonders durch den Siedepunkt, der beim Elaén 110° beträgt, während das Olaén schon bei 55° siedet. Die Verschiedenheit des Siedepunktes giebt das Trennungsmittel, nämlich eine wiederholte Destillation an die Hand. — Die Zusammensetzung ist nach Frémy dem Entdecker $C^9 H^{18}$.

(Comptes rendus 1837. Nr. 22.)

M.

Elaeolith, d. i. Fettstein, s. Nephelin.

Elaeoptén. Im Gegensatz zu Stearoptén nennt man den flüssigen Theil derjenigen flüchtigen Oele, die bei einer niedrigeren Temperatur sich in einen festen und flüssigen Theil zerlegen, durch welche theilweise Krystallisation sie nicht undeutlich auf ein Gemengtsein hindeuten. Man trennt beide Theile durch Auspressen und gewinnt das in's Löschpapier eingedrungene Elaeoptén wieder, wenn man das Papier mit Wasser destillirt.

M.

Elain, oder später Olein, nennt man nach dem Vorgange Chevreul's den flüssigen Theil der fetten Oele, wenn sich bei diesen, wie bei den flüchtigen Oelen durch Erstarrung ein Theil absondert hat, den man im Gegensatz dazu Stearin benennt.

M.

Elaldehyd. Eine bei 0° krystallisirte Verbindung von derselben Zusammensetzung wie Aldehyd, dessen Formel man jedoch der Dichtigkeit des Dampfes halber mit 3 multipliciren muss. Er schmilzt bei +2° und siedet bei +94°. Man gewinnt denselben, wenn man wasserfreien Aldehyd einer Kälte von 0° längere Zeit aussetzt.

M.

Elasticität (von *ελαίνω, ελαστός*, ich treibe). Wenn feste Körper durch äussere Kräfte, ohne Verletzung des Zusammenhanges ihrer Theile, zusammengedrückt oder ausgedehnt werden, so nehmen sie oft nach Aufhebung der äussern Kräfte ihre frühere Gestalt und Dichtigkeit wieder an; diese Eigenschaft heisst Elasticität. Lässt man eine Kugel von Elfenbein einige Fuss hoch auf eine mit Kienruss geschwärzte geschliffene Marmor- oder sehr ebene Glas-Platte fallen, und fängt sie beim Aufspringen wieder auf, so zeigt sie einen runden geschwärzten Fleck von 2 bis 3 Linien Durchmesser, woraus hervorgeht, dass sie die Platte nicht blos in einem Punkte, sondern in einer messbaren Ausdehnung berührt hat, also durch die Gewalt des Stosses zusammengedrückt worden ist und ihre Kugelgestalt erst nachher wieder angenommen hat. Man kann die Elasticität als eine allen Körpern gemeinsame Eigenschaft ansehen, welche jedoch in sehr verschiedenen Graden stattfindet, je nachdem nämlich die Grenze, bei welcher die durch äussere Kräfte bewirkten Formänderungen bleibend werden, dem Anfangszustande mehr oder weniger nahe liegt. Körper, welche noch aus sehr beträchtlichen Formänderungen ihre frühere Gestalt herstellen, wird man vorzugsweise elastische nennen, wie z. B. Stahlfedern, Federharz (Cautschuk), Fischbein, u. a. Als Mittel zur näheren Bestimmung des Grades der Elasticität fester Körper sind zuerst Versuche über die Ausdehnung derselben durch angebrachte nach der Längenrichtung spannende Kräfte zu nennen; solche scheinen jedoch häufiger in Rücksicht auf die absolute Festigkeit (s. Cohäsion) als auf Elasticität angestellt worden zu sein. Eine Reihe sehr sorgfälliger Versuche dieser Art ist enthalten in einer zu Berlin 1837 erschienenen Abhandlung über die Cohäsions- und Elasticitäts-Verhältnisse einiger bei Hängebrücken in Anwendung kommenden Eisendrähte, von A. Brix. Diese bestätigen für die untersuchten Drähte das schon von Dr. Hooke (1679) aufgestellte Gesetz, dass die Ausdehnungen innerhalb gewisser Grenzen in geradem Verhältniss mit den spannenden Kräften stehen, und nach Aufhebung der letztern wieder verschwinden. Sobald aber die Spannungen jene Grenzen überstiegen, zeigten die Ausdehnungen ein ganz anderes Verhältniss, indem sie nicht nur theilweise bleibend wurden, sondern auch an Grösse viel schneller, als nach constantem Verhältniss zur Belastung, zunahm. Es ergab sich aber bei näherer Untersuchung, dass die Dehnungen zu betrachten sind als aus zwei Theilen bestehend, von denen der eine eben so, wie in den Grenzen der vollkommenen Elasticität, der spannenden Kraft proportional ist, während der andere Theil, welcher sich als eine bleibende Reckung darstellt, in einem viel grössern Verhältniss zunimmt, ohne jedoch in dieser Beziehung eine bestimmte Gesetzmässigkeit zu zeigen. Ein Eisendraht von 1,40 Linien Durchmesser besass unter einer anfänglichen Belastung = 13 (die Einheit dieser Belastung stellt ein Gewicht = 20,2 u dar) eine Länge von 432,09 Linien; wurde die Belastung zuerst auf 18, dann auf 23 erhöht, so stieg die Länge beziehungsweise auf 432,23 und 432,37; also ergeben beide Versuche übereinstimmend auf die Einheit der Belastung die Ausdehnung = 0,0280 Linien; dabei ging der Draht nach weggenommener Belastung jedesmal auf seine anfängliche Länge von 432,09 Linien zurück. Wurde ferner die Belastung auf 28

gesteigert, so ergab sich die Länge = 432,52, also die Ausdehnung = 0,43 Linien; nach Wegnahme der zugelegten Last = 15 fand sich die Länge = 432,10; es war also eine bleibende Reckung von 0,01 Linien eingetreten; der Ueberschuss der gesammten Ausdehnung über diese Reckung, = 0,42, giebt für die Einheit der Belastung wiederum den Quotienten $\frac{0,42}{15} = 0,0280$, wie vorhin.

Auf diese Weise fand Brix für d. zugelegt. Belastung. 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 d. bleibend. Reckung. in Lin. 0 0 0,01 0,04 0,06 0,11 0,17 0,24 0,41 0,75. Bei einer zugelegten Belastung = 55, also bei einer Spannung von (55 + 13) 20,2 = 1373 u. zerriss der Draht. Die nach Abzug der bleibenden Reckungen übrig bleibende Ausdehnung des Drahtes zeigte beständig sehr nahe das gleiche durch die Zahl 0,0280 ausgedrückte Verhältniss zur Belastung. Dieses Gesetz hat schon von Gerstner bei seinen Versuchen über die Festigkeit des Eisens wahrgenommen (vgl. dessen Handbuch der Mechanik, Bd. 1. S. 273); auch W. Weber hat bei Versuchen über die Elasticität von Seidenfäden ein gleiches Ergebniss gefunden (Pogg. Ann. 1835 S. 147). Die beobachtete Eigenschaft des Eisendrahtes, bleibende Reckungen innerhalb gewisser Grenzen ohne Störung der Cohäsion anzunehmen, nennt Brix die Verschiebbarkeit, und bemerkte, dass sie neben der vollkommenen Elasticität besteht, ohne dieselbe zu stören oder ihr eine Grenze zu setzen. Hatte nach mehrstündiger Einwirkung der spannenden Kraft der Draht die ganze Reckung angenommen, deren er bei dieser Spannung fähig war, und wurde derselbe sodann, nach Wegnahme der bisherigen Last, aufs Neue allmählig fortschreitend belastet, so zeigte er bei geringern Spannungen nur die der Elasticität entsprechenden, jenen proportionalen Dehnungen, und eine bleibende Reckung trat erst wieder ein, wenn bei fortschreitender Belastung jene erste Spannung überschritten wurde. Es trat also Erscheinung der vollkommenen Elasticität, nämlich eine der Spannung proportionale Ausdehnung, bei einer Reihe verschiedener Aggregationszustände desselben Drahtes ganz gleichmässig ein, aber in verschiedener Ausdehnung, je grösser die dem Drahte schon beigebrachte bleibende Reckung war. Hatte man z. B. dem Drahte durch die Belastung = 13 + 50 = 63 nach obiger Tafel die bleibende Reckung von 0,75 Linien beigebracht, und die Belastung dann, nach Wegnahme der Zulage = 50, von 13 anfangend stufenweise gesteigert, so zeigte der Draht in den Grenzen der Belastung von 13 bis 63 eine dieser völlig proportionale Ausdehnung.

Setzt man hiernach, von der Verschiebbarkeit absehend, die Ausdehnung elastischer Körper der Spannung proportional, und bezeichnet mit $\frac{1}{E}$ die Verlängerung, welche ein prismatischer oder cylindrischer Körper, dessen Querschnitt die Flächeneinheit und dessen Länge = 1 ist, durch die angebrachte Einheit der Spannung erleidet, so dass für die Spannung t die Länge des Körpers = $1 + \frac{t}{E}$ ist, so pflegt man nach Thomas Young in seinen Lectures on natural philosophy E den Modulus der Elasticität zu nennen. Da mithin für

$l = E$ die Länge des Körpers $= 2$ werden würde, so drückt E die Spannung aus, welche zur Verdoppelung der Länge nöthig sein würde, wenn bis zu dieser Spannung die Elasticität gleich bliebe und weder Verschiebung noch Zerreiſſung einträte. Bezeichnet überhaupt a den Querschnitt, l die Länge eines Prismas oder Cylinders, und λ die durch die Spannung P bewirkte Verlängerung, so hat man bei vollkommener Elasticität und ohne Rücksicht auf Verschiebbarkeit $\frac{\lambda}{l} = \frac{P}{Ea}$; woraus sich, wenn P und λ beobachtet werden, $E = \frac{Pl}{a\lambda}$ ergibt. Hieraus folgt z. B. für den obigen cylindrischen Draht von 1,4 Linien Durchmesser $E = 202496$ u. für die Quadratlinie als Flächeneinheit.

Ein anderes Mittel, um den Modulus der Elasticität zu finden, besteht darin, dass man den zu prüfenden Körper der Biegung unterwirft. Wird ein prismatischer Stab, dessen Länge l , Querschnitt ein Rechteck von den Seiten a und b , horizontal an einem Ende so eingeklemmt, dass die Seite a horizontal liegt, und am anderen freien Ende ein Gewicht P angebracht, welches den Endpunct um die Tiefe f herabzieht, so ergibt sich aus theoretischen Betrachtungen folgende jedoch nur für kleine Biegungen geltende Formel: $a \cdot b^3 \cdot E f = 4 P l^3$, aus welcher sich E ergibt, wenn man für ein bekanntes P , f beobachtet. Die Herleitung dieser und ähnlicher Formeln gründet sich auf die Voraussetzung, dass bei der Biegung die oberen Schichten sich ausdehnen, die untern sich zusammenziehen und dabei einen ihrer Spannung proportionalen Widerstand entwickeln, welcher der biegenden Kraft Gleichgewicht halten muss. Die nähere Entwicklung muss in den Lehrbüchern der Mechanik nachgesehen werden; man findet sie am ausführlichsten bei Navier in *Resumé de leçons sur l'application de la mécanique*. Paris 1834. Folgende beispielsweise Angaben über den Modulus der Elasticität sind entnommen aus einer Abhandlung von Lamé und Clapeyron: *sur l'équilibre intérieur des corps solides homogènes* in *Crelles Journ. für Math.* Bd. 7. S. 252 (das dortige A ist mit Vernachlässigung des Luftdrucks $= \frac{2}{5} E$). Flächeneinheit ist der Quadratmillimeter.

	E		E	
Schmiedeeisen	20000 Kilogr.	Kanonenmetall	6740 Kilogr.	
Gusseisen	12940 -	Weisser Marmor	1772 -	
Zinn	3235 -	Tannenholz	1465 -	} in der Richtung der Faser.
Blei	505 -	Eichenholz	1195 -	
Messing	6275 -			

Ein drittes Mittel, um die Elasticität der Körper zu messen, besteht in der Anwendung der Torsion. Wird ein cylindrischer, an einem Ende fest eingeklemmter Stab, durch eine am andern Ende senkrecht auf der Axe wirkende Kraft, deren Moment in Bezug auf die Axe $= M$ sei, gedreht, so erleiden die Theile jedes Querschnitts in diesem Verschiebungen, welche dem Abstände x des Querschnitts von dem eingeklemmten Ende des Cylinders proportional sind. — Nähere theoretische Betrachtungen führen darauf, dass der Drehungswinkel ψ für den Abstand x durch folgende Formel ausgedrückt

wird: $\psi = \frac{5Mz}{\pi ER^2}$, wo R der Halbmesser des Cylinders, $\pi = 3,1415..$

ist; die übrigen Zeichen sind schon festgesetzt. Hiernach ist also in den Grenzen der vollkommenen Elasticität der Drehungswinkel am Ende des Cylinders der Länge desselben, zugleich dem Momente der Kraft direct, und der vierten Potenz des Halbmessers umgekehrt proportional, was mit Versuchen von Coulomb und Savart übereinstimmt.

Tiefer gehende theoretische Untersuchungen, welche sich auf die Betrachtung der Molecular-Kräfte gründen, die bei Veränderung des Aggregations-Zustandes zwischen den Theilen der Körper rege werden, findet man in der schon genannten Abhandlung von Lamé und Clapeyron (einen Auszug aus derselben s. im Rep. für Physik, Bd. 5. S. 35), und in den Abhandlungen von Navier und Poisson in den Mémoires de l'Ac. des sc. von 1828 und 1829.

Ueber die Elasticität tropfbarer und gasförmiger Flüssigkeiten s. Compressibilität und Expansivkraft. Mdg.

Elasticitätsfläche. So nannte Fresnel eine Fläche, welche, in einem doppeltbrechenden Medium construirt, die Eigenschaft hat, dass jede durch ihr Centrum gelegte Ebene dieselbe in einer geschlossenen Linie schneidet, die sich durch zwei auf einander senkrechte Linien in vier congruente Theile, und zwar so theilen lässt, dass die eine von diesen Linien der grösste, die andere der kleinste Durchmesser dieser Figur ist, und deren Verlauf endlich so ist, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten derjenigen zwei ebenen Wellensysteme (des gewöhnlichen und des ungewöhnlichen Lichts), welche jener Ebene parallel fortschreiten, sich durch die halben Längen der beiden Durchmesser ausdrücken lassen. Die Gleichung dieser Fläche auf die Elasticitätsaxen des betreffenden Mediums als Coordinatenaxen bezogen, ist

$$r^2 = a^2\mu^2 + b^2\nu^2 + c^2\pi^2,$$

wo r den Radius vector vom Centrum aus, a, b, c die Cosinus der Winkel, welche die Normale der Schnittebene mit den rechtwinkligen Coordinatenaxen bilden, und μ, ν, π von Mittel zu Mittel, und von Farbe zu Farbe sich ändernden Constante vorstellen. Man vergl. hierüber die Art. Brechung und Undulationstheorie. R.

Elasticitätsmesser s. Elaterometer.

Elasticitätsmodulus s. Elasticität.

Elaterin. Werden die Früchte von *Momordica Elaterium* ausgepresst, der Saft bis zur Extractdicke eingedampft, hierauf mit 90gradigem Alkohol ausgekocht und dieser bis auf einen geringen Rückstand abdestillirt, so fällt, wenn letzterer mit kochendem Wasser behandelt wird, ein weisses, seidenglänzendes krystallinisches Pulver zu Boden, das den Namen Elaterin erhalten hat. Gewöhnlich ist der Niederschlag durch etwas Blattgrün verunreinigt, das jedoch durch Aether ausgezogen werden kann. Das Elaterin ist geruchlos, hat aber einen stark bitteren Geschmack, ist in Wasser, Aether, verdünnten Säuren und Alkalien nur wenig löslich, leicht aber in Al-

kohol; concentrirte Schwefelsäure löst es mit rother Farbe auf, Salpetersäure verwandelt es in eine gummiartige Masse.

Innerlich genommen wirkt es heftig purgirend. (Buchner's Repert. XLIX. 421). M.

Elaterometer, Elasticitätsmesser ist die von Gehler vorgeschlagene Bezeichnung derjenigen Vorrichtungen, durch welche der Druck (Spannung, Tension) gasförmiger Körper gemessen wird. Der Unterschied zwischen Elaterometer und Manometer (Dichtigkeitsmesser oder, der wörtlichen Uebersetzung nach, Dünneitsmesser) beruht auf dem Unterschied zwischen der Elasticität und der Dichtigkeit der Luft. Da aber durch die Elasticität und die Temperatur einer Gasart, und bei Dämpfen, wenn sie den Raum im Maximum erfüllen, schon allein durch die Elasticität die Dichtigkeit (das absolute Gewicht einer von dem Gas erfüllten Raumeinheit) bestimmt ist; so ist allerdings der fast allgemeine Sprachgebrauch, nach welchem die Elaterometer ebenfalls Manometer genannt werden, nicht unbegründet. Uebrigens wird der Name Elaterometer nur für diejenigen Vorrichtungen gebraucht, welche dazu dienen, die Elasticität eingeschlossener Gase zu bestimmen, und wir fügen uns dieser Beschränkung um so mehr, als die Mittel zur Bestimmung der Elasticität der Dämpfe, in so fern diese Elasticität von der Temperatur und der Art des Dampfes abhängt, bereits in dem Artikel Dampf berührt wurden, und in den betreffenden späteren Artikeln noch näher erörtert werden.

Bei stehenden Apparaten bedient man sich meistens zur Bestimmung des Drucks der eingeschlossenen Gase einer in zwei communicirenden Gefäßen (z. B. den beiden Schenkeln einer heberförmig gekrümmten Röhre) enthaltenen Flüssigkeit (gewöhnlich Quecksilber), welche in dem einen Gefäße mit dem Gase, dessen Druck bestimmt werden soll, in unmittelbarer Berührung steht, während sie in dem anderen Gefäße, wenn dasselbe verschlossen ist, entweder einen leeren Raum oder ein bestimmtes Quantum trockener Luft begrenzt, oder, wenn das Gefäß offen, dem Druck der Atmosphäre ausgesetzt ist. In dem ersten Falle ist die Spannung des Gases unmittelbar durch die verticale Höhe des Niveaus der Flüssigkeit im zweiten Gefäß über das Niveau im ersten Gefäß gegeben, im zweiten Falle aber muss zu dem diesem Niveauunterschiede entsprechenden positiven oder negativen Druck noch der nach dem mariotteschen Gesetz unter Berücksichtigung der Temperatur leicht zu bestimmende Druck des abgeschlossenen Luftquantums und im dritten Falle der Druck der Atmosphäre addirt werden. In dem Falle, wo man ein bestimmtes abgeschlossenes Luftquantum anwenden will, kann man die Rechnung erleichtern, wenn man sich einer engen horizontalen Glasröhre bedient, welche an dem einen Ende mit dem Behälter des Gases communicirt, und an dem anderen Ende zugeschmolzen ist, oder in ein verschlossenes Gefäß mündet. Eine kleine in die Röhre gebrachte Quecksilbermenge giebt dann durch ihren Ort zu erkennen, um wie viel das durch dieselbe abgeschlossene Luftquantum vermindert oder vergrößert wird, und der zu messende Druck verhält sich umgekehrt

wie das auf eine bestimmte Temperatur bezogene resultirende Luftvolumen.

Da es bei den Luftpumpen, welche zur Verdünnung der Luft bestimmt sind, meist nur darauf ankommt, den Grad der erreichbaren Luftverdünnung und die Dauer derselben zu bestimmen, so genügt für diese ein barometerförmiger Apparat von etwa 6 Zoll Höhe. Derselbe wird entweder unter den Recipienten auf den Teller der Luftpumpe gestellt, oder man verbindet den offenen Schenkel durch ein Zuleitungsrohr mit dem innern Raum des Recipienten. Bei gewöhnlichem Druck füllt das Quecksilber den verschlossenen, luftleer gemachten Schenkel. Ist aber die Verdünnung bis zu einem gewissen Punkt gekommen, so fängt das



Quecksilber in diesem Schenkel an zu sinken, und der Niveauunterschied des Quecksilbers in beiden Schenkeln zeigt dann die Spannung der noch im Recipienten befindlichen Luft. Will man geringere Verdünnungen der Luft bestimmen, so gibt man dem Apparat die Länge eines gewöhnlichen Barometers und bewerkstelligt auf die angegebene Weise die Communication zwischen dem offenen Schenkel und dem Raum des Recipienten. Auch kann man statt der Form eines Heberbarometers die eines Gefässbarometers anwenden, so dass die Quecksilberoberfläche im Gefäss den Druck der Atmosphäre, die im Rohre aber den Druck der verdünnten Luft erleidet. Der Höhenunterschied der beiden Quecksilberoberflächen entspricht dem Ueberschuss des atmosphärischen Drucks über den Druck der im Recipienten enthaltenen Luft. Apparate dieser Art werden Barometerproben genannt.

Man sieht, dass von diesen beiden Arten nur die heberförmige Barometerprobe mit einem verschlossenen luftleeren Schenkel unmittelbar den absoluten Druck des verdünnten Gases anzeigt. Um aber auf diese Weise den Druck comprimirtter Luft zu bestimmen, müsste der verschlossene Schenkel eine wenigstens für gewöhnliche Versuche unbequeme Länge haben. Man bedient sich daher bei Compressionspumpen entweder, für geringere Drücke, einer an beiden Seiten offenen heberförmigen Röhre, oder lässt das in einer heberförmigen oder horizontalen Röhre enthaltene Quecksilber auf ein abgeschlossenes Quantum trockener Luft wirken. In dem letzteren Falle kann die Scala, an welcher sich das Quecksilber vorbeibewegt, ebenfalls so eingerichtet sein, dass sie unmittelbar den absoluten Druck der Luft anzeigt.

Bei dem früheren Verfahren, den Recipienten auf nasses Leder zu stellen, musste sich derselbe nothwendig mit Wassergas füllen, welches mit der Luft gleichzeitig auf die Barometerprobe wirkte, und deren Anzeigen um die Tension des Wasserdampfes vermehrte. War z. B. die Luft so weit verdünnt, dass ihr Druck dem Druck einer Quecksilbersäule von 1^{'''} gleich kam, der Recipient aber bei 15° R. mit Wassergas gesättigt, so zeigte die Barometerprobe, da die Tension des Wassergases bei dieser Temperatur durch eine Quecksilbersäule von 6^{'''},9 ausgedrückt wird, eine Spannung von 7^{'''},9. Um diesem Uebelstande wenigstens für die zur Verdünnung der Luft dienenden Luftpumpen abzuhelpen, erfand Smeaton die Birnprobe.



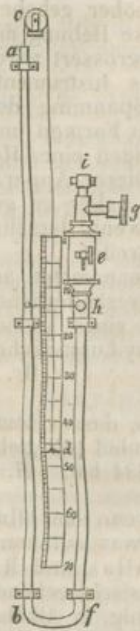
Sie besteht aus einer gläsernen Capillarröhre, welche sich an dem einen Ende zu einem birnförmigen Gefäss erweitert, an dem andern Ende aber verschlossen und an einem Stiele befestigt ist, welcher durch den Recipienten luftdicht hindurch geht. Unter diesem Apparat befindet sich ein Gefäss mit Quecksilber. Nachdem die Luft unter dem Recipienten verdünnt worden ist, taucht man das untere Ende des Apparates in das Quecksilber und lässt die atmosphärische Luft Zutreten. Das Quecksilber wird sich in dem Apparate heben, das in demselben vorhandene Wassergas, wenn die Menge desselben ein gewisses Mass überschreitet, zum Theil zu Wasser verdichten, und in die Capillarröhre dringen.

Alsdann zieht man die Probe aus dem Quecksilber heraus, worauf das Quecksilber aus dem birnförmigen Gefäss ausfließen, in der Capillarröhre aber zurückbleiben und die, in dem verdünnten Zustande den ganzen Apparat ausfüllende Luftmasse absperrn wird. Hält man nun die Capillarröhre horizontal, so wirkt auf die eingeschlossene Luft nur der Druck der Atmosphäre, und das an einer Scala abzulesende Verhältniss ihres Volumens zu dem ganzen Volumen des Apparates ist, falls während des Versuchs kein Wassergas zutreten ist, zugleich das gesuchte Mass der Verdünnung. Befindet sich aber während des Auspumpens in dem Recipienten eine Quelle von Wassergas, so findet man das Verhältniss, in welchem die gegebene wasserhaltige Luft verdünnt worden ist, indem man das durch die Scala

angezeigte Verhältniss noch mit $\frac{b-(t-t')}{b}$ multiplicirt, wo t die

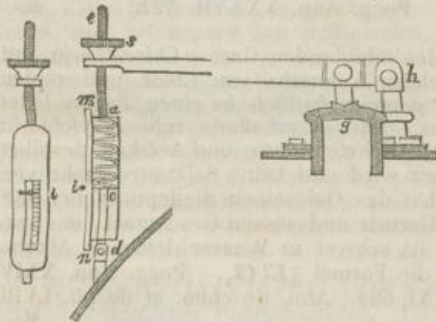
Tension des Wassergases in der abgesperrten, t' die Tension desselben in der zu verdünnenden Luft und b den Barometerstand bezeichnet. Für t wird man in solchen Fällen stets das der Temperatur der Beobachtung entsprechende Maximum der Tension nehmen können.

Bei stationären Dampfmaschinen wendet man zur Bestimmung der Spannung der Dämpfe jetzt allgemein eine an beiden Schenkeln offene aus gezogenen eisernen Röhren bestehende und mit Quecksilber gefüllte heberförmige Barometerprobe $efba$ an. Dieselbe ist durch eine in g angebrachte und durch einen Hahn verschliessbare Leitungsröhre mit dem Dampfkessel verbunden. In dem Schenkel ab , welcher bei Hochdruckmaschinen eine beträchtliche Länge haben muss, befindet sich ein metallener Schwimmer, welcher durch einen über das kleine Rad c gehenden Faden mit dem metallenen Zeiger d verbunden ist. Damit in der Röhre eine bestimmte Menge Quecksilber enthalten sei, wird dasselbe durch die Oeffnung i so lange eingegossen, bis es aus der Oeffnung h ausfliesst. Alsdann wird die letztere Oeffnung durch eine Schraube verschlossen, und durch i so viel Wasser nachgefüllt, dass dasselbe durch den Hahn e austritt. Durch diesen Hahn kann dann später von Zeit zu Zeit das durch Condensation der Dämpfe sich ansammelnde Wasser abgelassen werden, so dass dasselbe auf den Stand des Zeigers nicht influirt. Der Nullpunkt der Scala wird da angenommen, wo sich der Zeiger befindet, wenn die Leitungsröhre verschlossen ist, und durch i die Atmosphäre Zutreten kann. Wird dann i verschlossen und die Leitungs-



röhre geöffnet, so zeigt der Zeiger den Ueberschuss des Dampfdruckes über den Druck der Atmosphäre.

Bei Locomotiven ist dieser Apparat theils wegen seiner unbequemen Länge, theils wegen der bedeutenden und schnellen Aenderungen des Dampfdruckes im Kessel, theils wegen der Schwankungen der Maschine selbst nicht anzuwenden. Am zweckmässigsten hat man für diese die Federwage gefunden. Dieselbe besteht in einer kupfernen cylindrischen Röhre, in welcher sich eine schraubenförmig gewundene Feder befindet, die mit ihrem oberen Ende an dem Deckel *a*, und mit ihrem unteren Ende an der durch die Grundfläche des Cylinders hindurch gehenden beweglichen Stange, *cd*, befestigt ist. Die eine Wand des Cylinders wird von einer ebenen Platte, *mn*, gebildet, die mit einem Einschnitt und einer nebenstehenden Scala versehen ist, damit die Bewegung der Stange *cd* durch einen mit ihr verbundenen ausserhalb des Cylinders befindlichen Zeiger *i* angezeigt werde. Ausserdem ist der Deckel *a* des Cylinders noch mit einer Stange, *ae*, auf welcher eine männliche Schraube eingeschnitten ist, fest verbunden. Wird der Cylinder, etwa an der Stange *ae*, in verticaler Lage gehalten, und die Feder bloss durch ihr eigenes Gewicht und das Gewicht des Stückes *cd* ausgespannt, so zeigt der Zeiger *i* auf den Nullpunkt der Scala. Hängt man



aber in dieser Lage an die Stange *ae* einen Gegenstand, so wird die Ausspannung der Feder vermehrt, und der herunter rückende Zeiger *i* zeigt an der Scala das Gewicht des Gegenstandes in Pfunden. Gewöhnlich geht die Scala bis zu 50 oder 70 Pfund. Um diese Wage zur Bestimmung des Drucks in den Dampfkesseeln der Locomotiven zu gebrauchen, wird die Stange *cd* mit der äusseren Fläche des Kessels und der Cylinder

vermittelt der Stange *ae* durch eine weibliche Schraube *s* mit einem an dem Ventil wirkenden Hebel verbunden. Der Drehpunkt des Hebels befindet sich jenseits des Ventils in *h*. Wird nun durch Anziehen der Mutterschraube *s* eine gewisse durch den Zeiger *i* angezeigte Spannung der Feder hervorgebracht, so muss der Druck des Dampfes gegen das Ventil ausser dem atmosphärischen Druck das Gewicht des Ventils und das auf den Drehpunkt *h* bezogene Moment des Gewichts des Hebels und des Cylinders sammt der Feder, so wie das Moment der Spannung der Feder überwinden, um das Ventil zu

heben, und dieser Druck wächst, wenn das Ventil höher gehoben wird, in demselben Verhältniss, in welchem durch diese Hebung die durch den Zeiger angezeigte Spannung der Feder vergrößert wird. Uebrigens sieht man leicht, dass die Anzeigen dieses Instruments nur dann die Data zur direkten Bestimmung der Spannung des Dampfes liefern, wenn sie für jede Abänderung in den Formen und Gewichten der influirenden Gegenstände mit den Anzeigen eines Hebermanometers besonders verglichen worden sind. Dieser Apparat ersetzt zugleich die gewöhnliche Belastung des Ventils, aber er gestattet nur dann die Beobachtung des Dampfdruckes, wenn derselbe die zum Heben des Ventils erforderliche Kraft überschreitet.

Für Locomotiven fand Pambour auch das Luftmanometer anwendbar, und zur Messung des schwachen aber sehr veränderlichen vom Blaserohr herrührenden Drucks bediente er sich eines kleinen Hebermanometers, dessen Röhre, wie bei einem Gay-Lussac'schen Barometer, an einer Stelle verengt war. Rr.

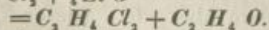
Elayl nennt Berzelius das ölbildende Gas, das er somit als ein organisches Radical betrachtet, dem er das Symbol $\frac{3}{2}El$ giebt, und dessen Doppelatom mithin das Atomgewicht 177,834 hat. M.

Elaylbromür (Bromätherin) gewinnt man, wenn man ölbildendes Gas in Brom leitet, so lange dieses noch etwas aufnimmt. Die Kenntniss dieser Verbindung verdankt man Sérullas und Regnault. Es bildet eine farblose ätherisch riechende, süß schmeckende Flüssigkeit, die bei -15° krystallisirt. In Wasser wenig, in Alkohol und Aether leicht löslich. Formel: $\frac{3}{2}ElBr$. (Ann. de chim. et de ph. LVIII, 301 und LIX, 358. Pogg. Ann. XXXVII, 522.) M.

Elaylchlorür (Oel des ölbildenden Gases, Chlorätherin) entsteht durch Verdichtung gleicher Volumina von Chlor und reinem ölbildendem Gase, die man gemeinschaftlich in einen Ballon leitet, welchen man kalt halten muss. Das so erhaltene rohe Elaylchlorür wird abwechselnd so lange mit Schwefelsäure und Aetzkali destillirt, bis erstere nicht mehr schwarz wird und keine Salzsäure mehr verjagt. — In reinem Zustande hat das Oel seinen Siedepunkt bei 85° , einen angenehm ätherischen Geruch und süßen Geschmack, ein specifisches Gewicht von 1,256, ist schwer in Wasser, leicht in Alkohol und Aether löslich, und hat die Formel $\frac{3}{2}ElCl$. (Pogg. Ann. XXIV, 282, XIX, 61, XXIV, 582, XXXI, 669. Ann. de chim. et de ph. LVIII, 301 und LIX, 358.) M.

Elaylchlorür-Elayloxyd (Chlorätheral), eine farblose Flüssigkeit von süßem ätherischem Geruch, die angezündet mit grüner Flamme brennt. Man gewinnt dieselbe nach des Entdeckers Felix d'Arcet Angabe, wenn man bei der Destillation des unge reinigten Elaylchlorürs dasjenige auffängt, was bei 180° übergeht. Es ist zusammengesetzt wie Aethyloxyd, in welchem 2 Aequivalente Wasserstoff durch 2 Aequivalente Chlor ersetzt sind. Berzelius aber hat den obigen Namen gebildet, weil er der Substitutionstheorie ab-

hold, sich die Constitution dieses Körpers so denkt, wie der Name andeutet, nämlich $\frac{1}{2}ElCl_2 + \frac{1}{2}ElO$



(Ann. de chim. et de phys. 1837 pag. 108.)

M.

Elayljodür (Jodätherin, Jodäther) wurde von Faraday zuerst entdeckt, von Regnault näher untersucht. Beide bereiteten es durch unmittelbares Zusammenführen von Jod und ölbildendem Gase, nur leitete Faraday die Verbindung durch Sonnenlicht, Regnault durch Wärme ein. Von anhängendem Jod befreit man den Körper durch Kalilauge. Die Verbindung ist weniger stark, als das Chlorür und Bromür, kann daher durch Chlor und Brom zersetzt werden. Es erscheint in fester Gestalt als seidenglänzende Nadeln, ist auch sublimirbar, aber nur in einer Atmosphäre von ölbildendem Gase. Die Formel ist

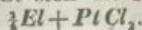


M.

Elaylplatin. Eine Verbindung des Elayls mit metallischem Platin, deren Dasein natürlich sehr zu Gunsten der Annahme spricht, dass das Elayl ein wirkliches Radical sei. Man gewinnt es nach Zeise's Methode am besten, wenn man metallisches Kupfer in eine Auflösung von Elaylplatinchlorür senkt, wobei sich das Kupfer mit dem Chlor des Chlorüres verbindet, und das Elaylplatin niederschlägt, das jedoch mit metallischem Platin verunreinigt ist. In diesem Zustande hat es die grösste Aehnlichkeit mit fein vertheiltem Platin, verdichtet jedoch, wie Döhreiner gefunden hat, weit mehr Sauerstoff als jenes, woher es kommt, dass beim Erhitzen das Elayl dieser Verbindung mit dem Sauerstoff explodirend verbrennt und metallisches Platin zurücklässt. In gleicher Weise zersetzt es sich allmählig, wenn man es längere Zeit aufbewahrt. Der Entdecker dieser Verbindung, Edmund Davy, glaubte 96,25 Platin, 3,6 salpetrige Säure und ausserdem etwas Kohlenstoff und Sauerstoff darin zu finden, doch schon Zeise hielt es für eine Verbindung von Aetherol mit Platin, was nur desshalb nicht angeht, weil das Atomgewicht des mit Platin verbundenen Körpers halb so gross ist, als das des Aetherols, nämlich $= \frac{1}{2}C_4H_8$, d. h. $= C_2H_4 =$ Elayl. Liebig's Ansicht, dass diese Verbindung Acetylplatin sei, ist im übrigen wohl begründet, allein das nicht damit übereinstimmende Resultat der Analysen lässt sich doch nicht abweisen.

M.

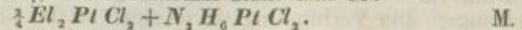
Elaylplatinchlorür erhält man durch Destillation eines in Alkohol aufgelösten Platinchlorides. Das Chlorid wird vom Wasserstoff des einen Theiles Alkohol unter Bildung von Salzsäure zu Chlorür reducirt, welches sich des Elayls aus dem übrigen Alkohol bemächtigt und Wasser ausscheidet. Die nachherige Reinigung des Körpers ist etwas weiltäufig, da er von Alkohol unter der Luftpumpe mit Schwefelsäure, von Salzsäure ebenda mit Kali befreit werden muss, dann aber noch von dem Aldehydharz durch ein leicht mit Salzsäure angesäuertes Wasser geschieden werden und abermals die obige Verdunstung erleiden muss. Die Analyse des Salzes selbst hat nie mit hinreichender Genauigkeit angestellt werden können, allein aus den Doppelsalzen ergibt sich die Formel:



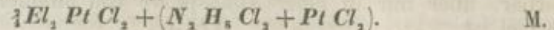
M.

Elaylplatinoxydul. Eine braune schleimige Substanz, die man erhält, wenn Elaylplatinchlorür mit Talkerde geschüttelt wird, welche in Chlormagnesium übergeht. Dieser Körper ist wahrscheinlich eine Verbindung von Platinoxyd mit Bielaylchlorür. M.

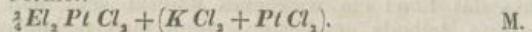
Elaylplatinchlorürammoniak. Ein in der unorganischen Chemie vorkommendes Präparat aus 1 Atom Platinchlorür und 2 Atome Ammoniak, erhält man mit Elaylplatinchlorür verbunden als ein gelbes Pulver, wenn man Elaylplatinchlorürnatrium in Wasser mit Ammoniak vermengt. Seine Formel stellt sich so:



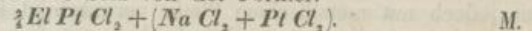
Elaylplatinchlorürammonium, ein gelbes gut krystallisirendes Salz von der Formel:



Elaylplatinchlorürkalium. Ein gelbes krystallisirendes Salz, von Berzelius entdeckt, von Magnus und Zeise näher untersucht. Es hat die Formel:



Elaylplatinchlorürnatrium. Ein den beiden vorhergehenden entsprechendes Salz von der Formel:



Eleencephol, oder wie Berzelius es nennt, Gehirnelain, wurde von Couërbe im Gehirn gefunden, ist aber, wie Frémy nachgewiesen hat, in demselben nicht enthalten. M.

Elektrepeter, eine von Clarke angegebene unwesentliche Veränderung des Ampèreschen Stromwenders.

Elektricität nennt man die Ursache gewisser Erscheinungen, welche sich in den Körpern, in denen sie thätig ist, auf zweierlei Art manifestiren kann; entweder als Anziehung oder Abstossung, die von diesen Körpern auf andere in der Nähe befindliche Körper ausgeübt wird (Elektricität im ruhenden oder Spannungszustande), oder als eine Kraft, welche der Magnethadel eine bestimmte Richtung zu geben strebt (Elektricität in Bewegung oder strömende Elektricität).

A. Elektricität im Spannungszustande.

Elektricitätsverbreitung.

Der elektrische Zustand eines Körpers, in welchem er andere nicht in diesem Zustande befindliche Körper anzuziehen befähigt wird, lässt sich durch Berührung jedem anderen Körper mittheilen. Einige Körper, die man Nichtleiter oder Isolatoren oder idioelektrische Körper nennt, nehmen aber diesen Zustand nur an der berührten Stelle an, in anderen wird dieser Zustand von der Berührungsstelle allen anderen Punkten ihrer Oberfläche mitgetheilt, und diese Körper nennt man daher mehr oder weniger vollkommene Leiter, je nachdem diese Mittheilung mehr oder weniger rasch geschieht. Zu den Nichtleitern gehören unter anderen: die trockene

Luft, die Oele, die Harze, Glas, Schwefel, Seide; zu den Leitern: die Metalle, alle Flüssigkeiten mit Ausnahme der Oele, die vegetabilischen und thierischen Körper. Je grösser die Fläche ist, welcher sich die Elektrizität auf jene Weise mittheilt, desto schwächer ist ihre Wirkung in den einzelnen Punkten derselben, gerade so, als ob die Elektrizität an ein Fluidum gebunden wäre, welches über die ganze elektrisirte Fläche fliessend, mit dieser Ausbreitung an Dichtigkeit verlöre. Dies fingirte Fluidum nennt man auch wohl selbst Elektrizität und bezeichnet es durch E .

Diesem E schreibt man ein Bestreben zu, sich auszubreiten, welches mit seiner Dichtigkeit wächst, und die Grösse dieses Bestrebens nennt man die Grösse der elektrischen Spannung. Die wirkliche Ausbreitung, und somit die Schwächung der Spannung hindert man dadurch, dass man den elektrischen Körper isolirt, d. h. mit Nichtleitern umgiebt. Soll daher ein Leiter eine merkliche elektrische Spannung behalten, so muss man ihn etwa in trockener Luft an Seidenfäden aufhängen oder demselben eine Glas- oder Harzunterlage geben.

Verschafft man sich Körper, etwa kleine Kügelchen, aus allen möglichen Substanzen, die, wenn sie Leiter sind, an Seidenfäden aufgehängt sind, erregt in ihnen E auf die verschiedensten Weisen, und wählt eine beliebige a aus, so übt dieselbe bei einer Annäherung auf einen Theil der andern eine abstossende, auf alle übrige eine anziehende Wirkung aus, und alle Kügelchen, welche von a abgestossen werden, haben mit a das gemein, dass sie die nämlichen Körperchen abstossen. Man unterscheidet daher zwei Arten von E , nämlich diejenige, welche auf a eine abstossende, und die, welche auf a eine anziehende Wirkung äussert. Die eine nennt man $+E$, die andere $-E$.

Sind a und b zwei gleich grosse, kugelförmige, isolirte Leiter, und ist a allein elektrisch, so haben beide, wenn man sie mit einander in Berührung gebracht hat, gleich viel E , und zwar die Hälfte von der, welche vorher a allein hatte. Hatten beide vor der Berührung gleich viel, aber ungleichnamige E , so zeigen sie sich nach der Berührung unelektrisch. Jede Kugel hat der andern die Hälfte ihrer E mitgetheilt, so dass beide gleich viel $+E$ und $-E$ enthalten. Die Wirkung der $+E$ hebt also die Wirkung einer gleich grossen Menge $-E$ auf, und daher nennt man die beiden Arten der Elektrizität entgegengesetzte Elektrizitäten. Es lässt sich demnach jeder unelektrische Körper so betrachten, als enthalte er gleiche Mengen $+E$ und $-E$, und sein Zustand durch $0 E$ bezeichnen.

Sind a und b isolirte Leiter von beliebiger Form und Grösse, und ist a allein elektrisch, so verliert dieser durch die Berührung so viel, als b gewinnt, das Verhältniss der auf ihnen haftenden E hängt aber von ihrer Form und ihrem Grössenverhältniss ab. Sind a und b beide elektrisch (gleich oder entgegengesetzt), so erhalten sie nach der Berührung einerlei Art E und in derselben Menge, als wenn a vor der Berührung die E von a und b zugleich besessen hätte. Diese E scheint sich, wie überhaupt alle Spannungselektrizität nur auf der Oberfläche des Leiters zu befinden; denn 1) zeigt ein isolirter Leiter, mit welchem man die innere Wandung eines elektrisirten hoh-

len Körpers berührt hat, keine Spur von E ; 2) verliert eine elektrisirte Metallkugel alle E , wenn man auf sie zwei blecherne genau anschliessende Halbkugeln mittelst gläserner Handgriffe so anpasst, dass sie dieselbe völlig umschliessen, und nachgehends dieselben wiederum abzieht. Die Halbkugeln erweisen sich alsdann nach der Trennung als Träger der gesammten E , welche vorher die Kugel besass.

Die Art aber, wie die E auf der Oberfläche vertheilt ist, hängt von der Form derselben ab, ist während der Berührung eine andere als nach ihrer Trennung, und ändert sich überdiess mit ihrer gegenseitigen Entfernung. Diese Abhängigkeit der Elektricitätsvertheilung von der Form und Entfernung der Leiter ist experimentell von Coulomb und theoretisch von Poisson untersucht worden. Der letzte dachte sich die positive und negative Elektricität als Fluida, deren Theilchen sich im umgekehrten Verhältniss des Quadrats ihrer Entfernung*) abstossen oder anziehen, je nachdem sie demselben Fluidum oder den entgegengesetzten Fluidis angehören, und nahm an, dass diese Flüssigkeiten die im elektrischen Spannungszustand befindlichen Körper in einer ungemein dünnen Schicht umgeben, und dass die Spannung der Dicke dieser Schicht proportional sey. Bei der Untersuchung über die Vertheilung der E auf der Oberfläche ging er von der Erfahrung aus, dass dieselbe keine Wirkung auf Theilchen im Innern des Körpers ausübt, und bestimmte demnach die Dicke der umgebenden Schicht so, dass ihre Wirkungen auf jedweden Punkt im Innern sich aufheben.

So fand er für eine Kugel, dass die Schicht überall gleich dick, die Spannung also auf der ganzen Oberfläche dieselbe sein müsse; für ein Ellipsoid, dass das Fluidum von zwei ähnlichen concentrischen Ellipsoiden begrenzt sein müsse, und dass die Dicke desselben am Ende der grossen Axe sich zu der Dicke am Ende der kleinen verhalte, wie die grosse Axe zur kleinen, und dass daher bei sehr langen Leitern die E sich nach den Enden dränge; für Scheiben endlich, dass der grösste Andrang der E nach dem Rande zu stattfindet, wie es auch allerdings die Erfahrung lehrt.

Endigt der Leiter in einer Spitze, so häuft sich an derselben die E so stark, dass sie, wenn sie nur in einigemassen grosser Menge vorhanden ist, den isolirenden Widerstand der Luft überwindet und ausströmt. Ist die vorhandene Menge hinlänglich gross, so ist dies Ausströmen mit der Erscheinung eines divergirenden Lichtbüschels verbunden.

Zur völligen Isolirung eines Leiters wird daher, wenn seine E nicht zu schwach ist, auch erfordert, dass er an seiner Oberfläche weder Spitzen noch scharfe Kanten habe.

Kommen zwei elektrische Leiter a und b in Berührung, so bleiben die elektrischen Theilchen auf ihnen nicht mehr im Gleichgewicht, da z. B. auf die verschiedenen Punkte von a nicht mehr die auf a befindlichen Flüssigkeitstheilchen allein anziehend und abstossend wirken, sondern auch die auf b befindlichen, und es erfolgt ein Ueberfliessen von einem Leiter auf den andern, bis ein neuer Gleichgewichtszustand eingetreten ist.

*) Ueb. d. Begründung dies. Gesetzes vgl. d. Art. Drehwage u. Elektrometer.

Für den Fall, dass a und b Kugeln sind, ist dieser Zustand von Poisson ausführlich untersucht, und seine Resultate stimmen mit Coulomb's Erfahrungen überein. Die Elektrizität ist im Berührungspunkt $= 0$, nimmt von da zuerst langsam, dann rasch, und dann wiederum langsam zu, so dass sie auf der abgewendeten Seite fast gleichmässig stark ist. Verhalten sich die Radien der Kugeln wie $1:2, 1:4, 1:8$, so ist auf der kleineren Kugel, wenn die mittlere Dichte auf derselben zur Einheit genommen wird, die Spannung nach Coulomb's Verfahren an dem Ende des durch den Berührungspunkt gehenden Durchmessers resp. 1,55; 2,35; 3,18, nach Poisson's Rechnung 1,834; 2,474; 3,087, und die Grenze, welcher sich die Spannung bei sehr grosser Ungleichheit der Kugeln nähert: 4,20721.

Erfolgt nun eine Trennung der Kugeln, so behält jede ihre E , aber sie vertheilt sich gleichmässig über sie. Auf der grösseren befindet sich die grösste Elektrizitätsmenge, aber sie ist von geringerer Spannung als auf der kleineren. Ist dieselbe nämlich auf den grösseren $= 1$, so ist sie auf den kleineren nach Coulomb's Messung bei einem Radienverhältniss von $1:2, 1:4, 1:8$, resp. 1,08; 1,30; 1,65 und die Grenze bei sehr grosser Ungleichheit 2, während die Poisson'sche Rechnung giebt: 1,1601; 1,3618; 1,4443; $\frac{1}{2}\pi^2 = 1,6449$.

Was das Messungsverfahren betrifft, welches Coulomb anwendete, so nahm er ein an einem Stiel von Gummilack befestigtes Scheibchen von Goldpapier, ein sogenanntes Probescheibchen, legte dasselbe an die zu prüfende Stelle, so dass es gleichsam einen Theil der Oberfläche des Leiters bildete und die E der bedeckten Stelle in sich aufnahm, und untersuchte die Stärke dieser E an seiner Drehwage (s. Art. Drehwage). Davon, dass die E des Scheibchens als Mass der E der berührten Stelle dienen könne, überzeugte sich Coulomb dadurch, dass er auf diese Weise der Natur gemäss die E einer Kugel, nachdem er sie mit einer gleich grossen unelektrischen Kugel berührt hatte, genau auf die Hälfte reducirt fand. Da aber die Luft kein vollkommener Nichtleiter ist, so verliert der Leiter während der Messungen einen Theil seiner Elektrizität. Für diesen Verlust fand Coulomb das Gesetz, dass er, wenn die Luft unbewegt ist und ihren Wärme- und Feuchtigkeitszustand nicht ändert, in kurzen Zeiträumen der Dichtigkeit der E proportional ist. Auf dieses Gesetz gestützt, mass er, um die Resultate von jener Fehlerquelle unabhängig zu machen, wenn er z. B. die E der Punkte p, p_1, p_2 etc. mit einander vergleichen wollte, nach einander in gleichen aber kurzen Zeiträumen die E der Punkte $p, p_1, p, p_2, p \dots$, und wenn er die Werthe $e, E, e', E'', e'' \dots$ erhielt, nahm er als Verhältniss der Elektrizitätsstärke in p und p_1 , in p und $p_2 \dots$ die Zahlen $E': \frac{1}{2}(e + e')$, $E'': \frac{1}{2}(e' + e'') \dots$ Ist nämlich auf p zur Zeit t die Elektrizität e , zur Zeit $3t$ aber e' , so hatte derselbe Punkt zur Zeit $2t$ (zu welcher die E auf $p_1 = E$ gefunden war) die Elektrizität $\frac{1}{2}(e + e')$.

Die Leiter, an denen er die Versuche über das Gesetz der Elektrizitätsfortführung durch die Luft anstellte, waren auf Gummilackstiefen befestigt, und er musste daher auch die Isolationsfähigkeit dieser Substanz untersuchen. Zu dem Ende befestigte er an den Enden verschieden langer Gummilackstäbchen kleine leitende Kugeln, die er gleich stark elektrisirte, und mass nach einiger Zeit die Stärke ihrer

Elektricität. Er fand, dass alle, deren Stiele ein gewisses Mass übertrafen, gleich stark elektrisch waren, so dass dieses Mass, dessen Grösse übrigens mit der Stärke der E wuchs, als die Grenze angesehen werden durfte, über welche hinaus die E nicht fortgeleitet wurde, und er hatte daher bei den besprochenen Versuchen nur den Stielen eine Länge zu geben, welche dieses Mass übertraf.

Betrachten wir endlich die Vertheilung der Elektricität für den Fall, dass die Leiter sich nicht berühren, aber doch in einer solchen Entfernung von einander sich befinden, dass die Theilchen von a noch anziehend oder abstossend auf die Theilchen von b wirken können.

Ist der eine Leiter a unelektrisch (also gleich viel $+E$ und $-E$ enthaltend), während der andere b etwa $+E$ elektrisch ist, so wird ein Theil der $-E$ des ersten von der $+E$ des andern Leiters angezogen und sammelt sich an der demselben zugewendeten (vorderen) Seite, und die correspondirende $+E$ wird abgestossen und sammelt sich an der hinteren Seite. Es würde sämmtliche $-E$ von a sich vorn sammeln, wenn nicht die zugleich in demselben Körper befindliche $+E$ auf seine negativen Nachbartheilchen anziehend einwirkte. Daher wird die abgesonderte Menge $-E$ um so grösser, je näher b ist, also je stärker dessen anziehende und abstossende Wirkung ist. Die angezogene und abgestossene E zeigen aber ein wesentlich verschiedenes Verhalten. Diese theilt sich jedem berührenden unelektrischen Körper mit, jene nicht; daher nennt man diese *freie*, jene *gebundene* Elektricität. Setzt man daher den Körper a in leitende Verbindung mit einem sehr grossen Leiter, z. B. durch Fingerberührung mit dem Erdboden, so behält er nur die gebundene E im nicht neutralisirten Zustand, und diese wird frei, sobald man b wieder entfernt. Geht keine ableitende Berührung vorher, so vereinigt sich nach der Entfernung von b die freie und gebundene E wieder zu neutraler E .*)

Hiernach liegt der Grund, aus welchem unelektrische Körper von elektrischen angezogen werden, darin, dass die einander zugewendeten Seiten derselben entgegengesetzt elektrisch sind. Hängen zwei gleiche Hollundermarkkugeln an Seidenfäden neben einander, und nähert man ihnen von unten einen elektrischen Körper, so werden die gegenüberliegenden Theilchen beider Kugeln gleichnamig elektrisch, und sie stossen sich demnach ab. Nimmt man ihnen durch Berührung ihre freie E , so nimmt die Abstossung, die jetzt nur noch von den gebundenen Elektricitäten abhängt, sehr merklich ab, weil dieselben durch den nahen elektrischen Körper beschäftigt werden; nach der Entfernung des letzteren dagegen fällt diese Beschäftigung fort, und die Abstossung wird bedeutend verstärkt.

Ist endlich von den Leitern a und b auch a elektrisch, so wird in a auch ein Theil seiner neutralen E nach demselben Gesetz in gebundene und freie E zerlegt, und die Vertheilung der Elektricität nur

*) Es herrschte lange Zeit die Meinung, dass die gebundene E gar nicht anziehend u. abstossend nach Aussen wirke. Man überzeugt sich aber vom Gegentheil, wenn man unter eine an einem Seidenfaden hängende Hollundermarkkugel einen elektrischen Körper hält, u. die Kugel mit dem Finger berührt; es wird dieselbe alsdann vom Finger abgestossen, obgleich beide, Kugel u. Finger, (da die freie E in den Erdboden abgeflossen ist) nur gebundene E enthalten,

durch die ursprünglich vorhandene E modificirt, während andererseits die E des Leiters a ähnlich vertheilend auf b wirkt.

Beispielsweise mag hier von den Poisson'schen sich auf diesen Fall beziehenden Rechnungsergebnissen folgende mit der Erfahrung vollkommen übereinstimmende Formel angeführt werden, welche die Dichtigkeit d der E auf zwei Kugeln angiebt, deren Radien r_1 und r_2 sind, deren Centra die Entfernung c haben, und deren ursprüngliche Electricität die Dichte A und B hatte, und zwar unter der Voraussetzung, dass $c - r_1$ bedeutend grösser als r_2 ist:

$$d = B - \frac{3r_1^2}{c^2} \left(\cos \alpha + \frac{3 \cos^2 \alpha - 1}{2} \cdot \frac{5r_2}{3c} \right) A.$$

A und B sind hier positiv oder negativ zu nehmen, je nachdem die E positiv oder negativ ist, und d bezieht sich auf die Dichte derjenigen Kugel, deren Electricität vorher B war, und zwar für die Punkte, welche um den Winkel α von der Centrallinie entfernt liegen. Die Punkte, in denen gleich viel $+E$ und $-E$ ist, und die also neutral sind, entsprechen den Werthen von α , welche $d = 0$ machen. Man sieht zugleich aus der Formel, dass, wenn die Kugel unelektrisch, also $B = 0$ war, die gebundene E des vordersten Punktes (des Punktes, für den $\alpha = 0$) etwas grösser ist als die freie E auf der entgegengesetzten Seite, wo $\alpha = 180^\circ$ ist.

Für starke Annäherungen der Kugeln lehrt die Rechnung, wenn $B = 0$ oder sehr gering ist, oder wenn B und A entgegengesetzte E repräsentiren, dass die Spannung an den vordersten Punkten bis ins Unendliche wächst, und dass demnach bei einer gewissen Entfernung der Leitungswiderstand der zwischenliegenden isolirenden Luft, wenn er nicht selber unendlich gross ist, überwunden werden muss. In der That findet auch, wenn die ursprüngliche elektrische Spannung nicht ungemein gering ist, schon vor der Berührung ein Austausch der Electricitäten statt. Dieser Austausch wird bei stärkerer ursprünglicher Spannung von einem Funken, der von einem Leiter zum andern überspringt, und einem Knistern oder einem Knall begleitet. Die grösste Entfernung, aus welcher solcher Austausch geschieht, heisst die Schlagweite, deren Grösse übrigens einestheils mit der Spannung der E auf den Leitern, andertheils mit der Schwäche des Leitungswiderstandes der Luft wächst, und von der Form der einander zugekehrten Flächen abhängt. Je convexer dieselben sind, desto grösser ist die Schlagweite; sind sie vollkommen eben, so findet bei fast vollkommener Berührung noch kein Austausch statt.

Die Electricitätsstreuung, welche durch Annäherung eines elektrischen Körpers bewirkt wird, nennt man vorzugsweise Electricitätsvertheilung, und den Raum, innerhalb dessen ein elektrischer Körper auf einen unelektrischen wirkt, den Wirkungskreis oder die elektrische Atmosphäre des ersteren.

Bisher ist nur das Verhalten zweier Leiter betrachtet worden. Für die Nichtleiter bleibt indess nur wenig zu sagen übrig. Ist der eine Körper ein Leiter, der andere ein Nichtleiter, so findet bei der Berührung nur ein Austausch mit der E des Berührungspunktes statt, und in Bezug auf die im engeren Sinne sogenannte Vertheilung

auf einem Nichtleiter sammelt sich entgegengesetzte E nur im vor-
ersten Punkt und dessen Nähe, und auf diese Stelle folgen auf den
vom vertheilenden Körper sich abwendenden Theilen abwechselnde
Zonen von entgegengesetzter E , indem die Theile des Nichtleiters auf
ihre eigenen Nachbartheilchen vertheilend wirken. Die Breite der
Zonen hängt von der Isolationsfähigkeit ab.

B. Von der strömenden Elektricität.

Elektricität theilt sich nur mit, wenn sie entgegengesetzte Elek-
tricität vorfindet oder vorher durch Vertheilung erregt hat, so dass
jede Mittheilung als Vereinigung beider E gefasst werden kann. Diese
eine Ausgleichung erzielende Bewegung der Elektricität nennt man
das Strömen derselben. Solche Ströme werden continuirlich, wenn
die Quelle, welche die beiden E liefert, fortdauernd wirkt. Ueber
die Wirkungen und Entstehungsweisen der strömenden E s. die Art.
Strom, Elektromagnetismus, Magnetoelektricität, Thermo-
elektricität.

C. Quellen der Elektricität.

Wir nehmen an, dass sich Elektricität direct nur durch Trennung
der neutralen E entwickeln könne, so dass mit der Erzeugung posi-
tiver E sich auch stets negative bildet. Die bekannten Mittel, durch
welche solche Trennung zu Wege gebracht wird, sind folgende:

1) Reibung. Werden zwei ungleichartige Körper gegen einan-
der gerieben, so sammelt sich auf dem einen $+E$, auf dem andern $-E$,
die natürlich aber nur dann auf denselben bleiben, wenn die geriebenen
Körper Nichtleiter oder isolirte Leiter sind. Ein und derselbe Körper
kann mit einem zweiten $+E$, mit einem dritten $-E$ annehmen. Alle
Körper jedoch lassen sich so ordnen, dass jeder mit jedem der fol-
genden gerieben $+E$, mit jedem der vorhergehenden gerieben $-E$ zeigt,
und diese Ordnung nennt man die Ordnung in der Spannungs-
reihe. Als Fragmente der Spannungsreihe gelten unter andern:
Katzenfell, Diamant, Kaninchenfell, Hasenfell, Turmalin, Glas, Wolle,
Papier, weisse Seide, schwarze Seide, Siegelack, Colophonium, Bern-
stein, Schwefel. Ferner: Diamant, Zink, Glas, Kupfer, Wolle, schwarze
Seide, Grau-Manganerz, Schwefel. Die Stärke der erregten Elektri-
cität hängt überdiess mit der Entfernung in der Spannungsreihe zu-
sammen, so dass z. B. Glas mit Silber gerieben, stärker positiv elek-
trisch wird als mit Wolle, und stärker negativ mit Katzenfell als mit
Hasenfell.

Man hat sich viel bemüht, ein Gesetz in der Spannungsordnung
aufzufinden. So glaubte Ritter, die Spannung richte sich bei Me-
tallen nach der Oxydirbarkeit dergestalt, dass der oxydirbarere die
grössere Neigung habe, positiv elektrisch zu werden. In Bezug auf
die nicht metallischen Körper glaubte er, dass der härtere sich am
meisten zum Positivwerden neige. Hiermit liesse sich dann auch die
Erscheinung in Verbindung bringen, dass von zwei Stücken dessel-
ben Körpers, wenn sie von verschiedener Temperatur sind, bei ge-
genseitiger Reibung der kältere $+E$, der wärmere $-E$ annimmt.
Daher zeigt denn auch, wenn zwei Siegelackstücke, zwei seidene

Bänder etc. so gegen einander gerieben werden, dass das eine stets nur an einer Stelle, das andere seiner ganzen Länge nach in Contact kommt, jenes der grösseren Erwärmung wegen $-E$, dieses $+E$. Auf dieselbe Ursache hat man auch die Erscheinung zurückgeführt, dass ein glatter Körper mit einem rauhen von derselben Substanz $+e$ lektrisch wird, der rauhe dagegen $-e$ lektrisch. — Coulomb schloss aus seinen Versuchen, dass die beim Reiben sich am meisten ausdehnende Substanz die $-E$ erhalte, und führte unter anderen dafür an, dass Wolle kalt am polirten Metall gerieben $+E$; an unpolirtem $-E$; dagegen erwärmt an polirtem und unpolirtem Metall $-E$ gebe.

Ueber die Mittel, durch Reibung starke Elektrizitätsmengen sich zu verschaffen, s. Elektrisirmaschine und Elektrophor.

2) Druck. Von zwei gegen einander gedrückten heterogenen Körpern wird der eine positiv der andere negativ elektrisch. Diese Erscheinung wurde zuerst von Coulomb bemerkt, vorzugsweise aber von Becquerel näher untersucht. (Ann. de Chim. et de Phys. XXII.) Derselbe befestigte Scheibchen von den zu prüfenden Substanzen mittelst Siegelack an Glasstäben, und fand die Elektrizitätserregung selbst an weichen Substanzen, wie an Kork, Caoutchouc, frischen Pomeranzenschalen, an eingedicktem Terpentin. Die Stärke der E scheint mit der Stärke des Druckes zu wachsen, und bei Leitern (wie begreiflich) mit der Schnelligkeit der Trennung. Wie bei der Reibungselektricität lässt sich auch hier eine Spannungsreihe aufstellen; auch haben Temperaturunterschiede hier dieselbe Wirkung wie bei jener. So wird z. B. erwärmter Kalkspath gegen Kork gedrückt negativ, während er bei gleicher Temperatur positiv wird. Dennoch sind Druck- und Reibungselektricität wesentlich verschieden, da z. B. Metall gegen Wachstaffet gedrückt, negativ, gegen denselben gerieben positiv wird.

3) Berührung. Von zwei sich berührenden heterogenen Körpern wird der eine $+e$ lektrisch, der andere $-e$ lektrisch. s. Galvanismus.

4) Aufhebung der Cohäsion. Werden krystallinische Substanzen, namentlich solche, die sich in Blättern trennen, wie Gyps und Glimmer, auseinander gerissen, so zeigen sich beide Hälften entgegengesetzt elektrisch.

5) Temperaturdifferenzen. Von zwei sich berührenden Metallen, welche ungleich die Wärme leiten, und an der Berührungsstelle erwärmt werden, erweist sich das eine in seinen Wirkungen wie positiv, das andere wie negativ elektrisch. (s. Thermoelektricität). Unsymmetrische Krystalle von einer Stelle aus erwärmt, zeigen an verschiedenen Stellen verschiedene Elektrizität. (s. Krystallelektricität).

6) Bewegung eines Magneten erregt in nahen Leitern eine Elektrizitätsvertheilung, die indess bis jetzt nur bei in sich selbst zurücklaufender Form der Leiter als Strom sich hat erkennen lassen. (s. Magnetoelektricität.)

7) Die Bewegung eines von Elektrizität durchflossenen Leiters übt eine ähnliche Wirkung aus, wie die Bewegung eines Magneten. Ibid.

Getheilt sind die Meinungen noch darüber, ob Chemismus und Aenderung des Aggregatzustandes fähig sind, Elektrizität zu erregen. Ueber den Chemismus als Quelle der Elektrizität s. den Art. Galvanismus.

Dass bei der Verdampfung des Wassers sich Elektrizität entwickle, wurde früher allgemein angenommen. Pouillet fügte, gestützt auf seine Versuche, die Beschränkung hinzu, dass sich nur dann E zeige, wenn das Wasser fremde Stoffe in sich aufgelöst enthalte, und zwar werde das Gefäss positiv elektrisch, wenn das Wasser ein Alkali enthalte, negativ, wenn es Säuren oder Salze enthalte. Pfaff dagegen fand (Pogg. Ann. LI. 41.) unter Anwendung besonderer Vorsichtsmassregeln keine Spur von Elektrizität. Es steht daher noch die Frage, ob die bemerkte Elektrizität nicht aus der Berührung des Wassers mit dem Gefässe entstanden sey. Dafür aber, dass bei der Rückkehr aus der Dampfform in den tropfbarflüssigen Zustand eine elektrische Erregung stattfindet, sprechen die Gewitterelektrizität und die elektrischen Erscheinungen bei dem Ausströmen des Dampfes aus Dampfkesseln. Auch giebt Grothuss (Schweigg. Jahrb. IX.) an, dass Wasser, in einem Glas oder Blechgefäss bei sehr niedriger Temperatur zum Gefrieren gebracht, positiv, in hoher Temperatur schnell geschmolzen, negativ werde. R.

Elektrische Telegraphie. Im Jahr 1798 zog Bétancourt eine Drahtkette von Aranjuez nach Madrid, durch welche eine Leidner Flasche entladen wurde, welches als telegraphisches Zeichen dienen sollte. Francis Ronalds (description of an electric telegraph London 1823) führte im Jahr 1819 einen solchen Telegraphen aus. Bei diesem werden auf beiden Stationen Uhren in gleichzeitige Bewegung gesetzt, die statt eines Zeigers dünne Zifferblätter tragen, auf deren Umfang zwanzig verschiedene Zeichen stehen. Im Augenblick, wo das betreffende Zeichen vor den Index rückt, wird der Funke durch Elektrometer entladen, und giebt auf der andern Station dasselbe Zeichen an der Uhr zu erkennen. Zwischen je zwei Zeichen muss aber eine ganze Umdrehung der Scheibe erfolgen. Sömmering hingegen construirte im Jahr 1807 in München den ersten galvanischen Telegraphen, den er im Gebäude der königlichen Akademie daselbst aufstellte. Durch eine kräftige Volta'sche Säule wurde Wasserzersetzung eingeleitet in 35 kleinen Fläschchen, welche mit Buchstaben und Zahlen bezeichnet und durch lange isolirte Drähte mit der volta'schen Säule verbunden wurden. (Münchener Denkschriften der Königl. Akad. 1809—1810. Math. phys. Classe p. 401). Nach Entdeckung des Elektromagnetismus schlug zuerst Ampère die Wirkung des Schliessungsdrahtes der galvanischen Kette auf die Magnethöhle als telegraphischen Zeichengeber vor. Verschiedene mit Buchstaben versehene Nadeln sollten durch eine Claviatur mit entsprechenden Buchstaben einzeln mit der Kette verbunden werden (Ampère recueil d'observations électrodynamiques. Paris 1822 pag. 19), ein Vorschlag, der von Ritchie im Kleinen in der Weise ausgeführt wurde, dass nach Davy's Vorschlag durch die sich drehende Magnethöhle Schirme von Buchstaben, die durch sie im Zustand der Ruhe der Nadeln verdeckt waren, entfernt werden. Fechner zeigte

durch Versuche, dass eine Säule von 107 kleinen Plattenpaaren hinreichend sei, ein telegraphisches Zeichen auf 10 geographische Meilen durch einen dünnen Draht (von welchen 1 Fuss nur 1,95 Gran wog) mittelst eines Galvanometers mit astatischer Doppelnadel zu geben. Baron v. Schilling in Petersburg verband mehrere Multiplicatoren durch eine Claviatur und telegraphirte auf diese Weise Depeschen in verschiedenen Sprachen durch mehrere Werst lange Drähte, so dass die Antwort in wenigen Minuten erfolgte (Lenz über die praktische Anwendung des Galvanismus. Petersb. 1839 pag. 38). Aber erst im Jahre 1833 wurde ein Telegraph in Göttingen von Gauss und Weber wirklich ausgeführt. Ein Kupferdraht von 7000 Fuss Länge wurde ohne besondere Isolirung über die Thürme und Häuser von Göttingen von der Sternwarte nach dem physikalischen Cabinette gezogen und Zeichen sowohl mittelst einer galvanischen Kette als durch Induction mittelst Aufschieben einer Drahtrolle auf einen Magnetstab gegeben. Die Zeichen gebende Vorrichtung war ein Magnetometer, d. h. ein Multiplicator, in welchem ein mit einem Spiegel versehener Magnetstab beweglich aufgehängt ist, an welchem eine reflectirte Scala mittelst eines Fernrohrs abgelesen wird. Durch Bewegung der Magnetenadel wird ein Wecker in Bewegung gesetzt, um die Aufmerksamkeit zu erregen. Dieser Apparat wurde wesentlich von Steinheil verbessert (über Telegraphie, insbesondere durch galvanische Kräfte, eine am 25. August 1838 gehaltene Vorlesung, München, 30 Seiten 4.), und in grösserem Maassstabe ausgeführt.

Bei dem Steinheil'schen Telegraphen wird der elektrische Strom durch eine magneto-elektrische Maschine hervorgebracht. Vor dem aus 17 Lamellen bestehenden Hufeisenmagnet von 60 μ Gewicht und 300 μ Tragkraft dreht sich der mit 15000 Windungen eines mit Seide doppelt umspinnenen Drahtes umwickelte Anker. Von diesem Draht wiegt ein Meter 1053 Millegrammes. Die Haken des Ankers greifen nur ganz kurze Zeit in Quecksilbergefässe ein, um nur kurz dauernde Zeichen zu geben. Die entgegengesetzte Drehung kehrt den Strom um. Die Drahtleitung aus Kupferdraht von München bis Bogenhausen und zurück beträgt 30500 Fuss und wiegt 210 μ . Die weitesten Unterstützungspunkte über die Häuser stehen 1200 Fuss ab, bei welchen Abständen aber anhängendes Eis und Stürme den Draht zerreißen können. Flossbäume 40—50 Fuss hoch und 600—800 Fuss von einander entfernt bilden die Ständer. Unter den Draht ist dort Filz untergelegt und der Draht um den Baum geschlungen. Bei feuchtem Wetter ist die Isolation nicht vollkommen, selbst bei trockenem nicht absolut. Statt den Draht zurückzuführen kann man als Rückleitung den Boden von grossen Querschnitt gebrauchen. Hat der Kupferdraht $\frac{1}{4}$ Linie Querschnitt, so muss eine Kupferplatte von 61 Fuss Oberfläche eingegraben werden, um das Erdreich eben so wirksam zu machen. Auch kann Eisendraht angewendet werden. Der Zeichengeber schlägt eine hohe und tiefe Glocke an und macht zugleich einen hohen und tiefen Punkt, woran bestimmte Zeichen durch Wiederholung sich bilden, z. B.

A B D E F

.. . . .

Die Zeichen werden auf diese Weise gesprochen und geschrieben.

Der Telegraph von Morse wirkt nicht durch Ablenkung einer Magnetnadel, sondern durch Magnetisiren des weichen Eisens. Der vom Elektromagnet angezogene Anker drückt den schreibenden Stift an das Papier. Der primäre Strom ist hier ein galvanischer. Hier können wegen der anhaltenden Wirkung Linien auf dem Papier gezogen werden, nicht nur Punkte gemacht. Auf Magnetisiren von weichem Eisen ist ebenfalls der Telegraph von Wheatstone gegründet. Ein Rad von 13 Speichen hat an denselben 13 Buchstaben. Man steckt in eine der Zwischenräume einen Stift, und dreht das Rad bis die Speiche an ein Hinderniss anstösst, dann erscheint auf der andern Station der Buchstabe dem Beobachter. Wheatstone hat fünf Drähte mit Kautschuckfirniss überzogen, welche in Röhren vergraben werden.

Neuerdings hat Vorsekmann de Heer (Pogg. Ann. XLVI. p. 513) vorgeschlagen, durch physiologische Wirkungen zu telegraphiren. Bei ihm wird der Beobachter durch einen galvanischen Schlag geweckt. Die 10 Finger werden auf die Tasten gesetzt und der Beobachter erhält in je zweien Schläge dadurch, dass der Zeichengebende die entsprechenden Tasten in Quecksilbergefässe herabdrückt und dadurch die leitende Verbindung herstellt. D.

Elektrisches Leuchten. Die elektrischen Lichterscheinungen zerfallen in Beziehung auf die Zeit in zwei Klassen, in intermittirende und fortdauernde. Zu den erstern gehört der eigentliche elektrische Funke und der elektrische Büschel, ferner das Leuchtendwerden langer Leiter bei den durch sie hindurchgehenden Entladungen, zu den letztern das elektrische Glimmen, welches, da es am leichtesten an Spitzen hervorgebracht wird, auch Spitzenlicht genannt wird und mit einem Luftstrome verbunden ist. Da nun der Funke einerseits, wenn er kräftig ist, durch seine Verästelungen einen Uebergang zum Lichtbüschel zeigt, dieses, je schneller wiederholend es erregt wird, in das Glimmen übergeht, die Modificationen, welche der Funke bei dem Durchbrechen verschiedener Gasarten erfährt, in den Veränderungen des in ihnen erregten Lichtbüschels eine Analogie finden, so lässt sich eine scharfe Grenzlinie zwischen den verschiedenen Erscheinungen nicht ziehen, die daher in ihrer Gesamtheit unter dem Artikel „Funken, elektrische“ besprochen werden sollen. Der einzige Unterschied derselben möchte der sein, dass man bei den elektrischen Funken durch den Namen positiv und negativ nur andeutet, ob bei der Entladung ein positiv elektrisirter Körper oder ein negativ elektrisirter durch einen unelektrischen entladen wird. Diese Namen treten daher nur ein, wenn man von Funken spricht, die aus geriebenen Nichtleitern direct gezogen werden, oder von dem positiven Conductor oder vom negativen nach isolirten oder nicht isolirten Leitern überschlagen. Eben desswegen unterscheidet man auch nicht die Blitze in positive und negative, da man hier in der Regel nicht anzugeben vermag, ob die Wolken als positive oder negative Conductoren anzusehen seien. Auch bei Entladung von Flaschen und Batterien wird die Bezeichnung positiver oder negativer

Funke nicht gebraucht. Hingegen ist sie ein von der Gestalt der Lichterscheinung entlehnter Unterschied in Beziehung auf Büschel und Glimmen.
D.

Elektrisirmaschine. Unter Elektrisirmaschine versteht man jede aus zwei einander reibenden Nichtleitern und einem daneben befindlichen isolirten Leiter, dem Conductor, bestehende elektrische Vorrichtung, bei welcher die Reibung in der Regel durch Drehung vermittelt einer Kurbel hervorgebracht wird. Zu dem geriebenen Körper wählt man gewöhnlich Glas, und zwar in Form von Kugeln, Cylindern, Scheiben oder Glocken. Hiernach zerfallen die Elektrisirmaschinen in 4 Unterabtheilungen: die Kugelmaschinen, welche jetzt nicht mehr angewendet werden, zu Zeiten Nollets aber die gebräuchlichsten waren; die Cylindermaschinen, welche vorzugsweise in England gebräuchlich sind, die Scheibenmaschinen, auf dem Continente die beliebteste Form; und die Glockenmaschinen, welche jene beiden Formen vereinigen, indem eine senkrecht stehende Campana zu beiden Seiten auswendig und inwendig gerieben wird.

Die Cylindermaschinen nehmen weniger Raum ein als die Scheibenmaschinen bei gleicher reibender Oberfläche, können aber nur von einer Seite benutzt werden. Da die Vergrößerung der Scheiben bald eine Grenze erreicht, so hat man zwei bis drei Scheiben an derselben Achse befestigt, die Drehung auch bei grösseren Maschinen durch ein Räderwerk beschleunigt. Uebrigens erhält man bei sorgfältiger Isolation des Conductors und Reibzeuges und gutem Amalgam auch bei kleinen Scheiben sehr kräftige Wirkungen. Früher hing man die Conductoren an seidenen Schnüren auf, jetzt stellt man sie auf massive Glasfüsse, die zu besserer Isolation mit Schellack überzogen werden, welcher auf die erhitzten Glasfüsse aufgetragen wird. Die positive Electricität wird am kräftigsten, wenn das Reibzeug ableitend mit dem Boden verbunden wird, die negative des Reibzeuges, wenn die positive des Glases abgeleitet wird. Diese Ableitung geschieht sehr bequem bei der van Marum'schen Einrichtung, bei welcher ein und derselbe Conductor abwechselnd für die positive und negative Electricität gebraucht wird. Die Arme desselben sind nämlich drehbar, so dass sie bei der lothrechten Stellung den Theilen der Glasscheibe gegenüber stehen, welche eben aus dem durch Taftansätze verlängerten Reibzeug hervortreten, bei horizontaler Stellung hingegen unmittelbar die Fassung der Kissen des Reibzeuges berühren. Auf der andern Seite der Scheibe befindet sich ein ganz ähnlicher beweglicher Arm, der mit dem Erdboden leitend verbunden ist, und stets senkrecht auf den Arm des Conductors steht, d. h. horizontal, wenn jener lothrecht gestellt ist, und umgekehrt vertikal, wenn jener horizontal ist. Im ersten Fall leitet er die negative Electricität des Reibzeuges in den Boden, im zweiten Falle die positive der Scheibe, von der daher stets nur eine geriebene Seite benutzt wird. Bei andern Maschinen greifen die Arme über, so dass die Scheibe zwischen den Ansätzen der Arme rotirt. Hier bringt man häufig Spitzen an, welche, wenn die Scheibe sich nicht genau in einer Ebene dreht, bei nicht festgestelltem Conductor, diese leicht ritzen, durch welche sich ausserdem der Conductor schneller entladet als bei

stumpfen Enden der Arme, die aber den Vortheil bei elektrischen Leuchtversuchen gewähren, dass nicht unmittelbar an den Armen fortwährend stark leuchtende Funken aus der Scheibe in den Conductor überschlagen, welche für jene Versuche sehr störend sind.

Die Ableitung geschieht am besten durch dünn gewalzte Kupferstreifen, in Ermangelung derselben durch Ketten oder Drahtspiralen. Das Ende derselben wird wo möglich mit einer grossen Metallmasse (Gasröhre, Zinkdach) verbunden. Die Reibkissen sind gewöhnlich mit Haaren gefüllt, mitunter zu besserer Ableitung mit Eisendrehspähen, oft bestehen sie auch aus übereinander gelegten Lederscheiben. Zur Verlängerung wählt man Wachstaffent, entweder einen Streifen, oder mehrere über einander, die sich allmählig abstufen, auch Glimmerblätter. Das Reibzeug wird mit Amalgam bestrichen (siehe Amalgam), auch mit geschabtem Graphit oder Musivgold. Als Befestigungsmittel wendet man Hirschtalg an, welches nicht stark aufgetragen werden darf, weil die Scheibe sich sonst schnell verunreinigt. Das fein gepulverte Amalgam kann mit einem Schlüssel geglättet werden, bis es überall metallischen Glanz erhält. Die Reibzeuge müssen sich leicht abnehmen lassen, und werden durch eine an einen Stift aufgeschraubte Kugel stärker oder schwächer angezogen. Der Conductor wird entweder aus mit Stanniol überzogenem Holz verfertigt oder besser aus Messingblech getrieben. An den hervorstehenden Enden werden überall zur Vermeidung der Spitzen abgerundete Theile aufgeschraubt. Bei den gewöhnlichen von Marum'schen Maschinen ist der Verlängerungsarm beweglich. Hinter den ersten Conductor wird bei grösseren Maschinen noch ein zweiter Conductor gestellt. Zur Verstärkung der Funken kann man sich eines starken spiralförmig gewickelten Drahtes bedienen, der in Kugeln endigt und an seidenen Schnüren aufgehängt wird. Er wird mit dem ersten Conductor in Berührung gebracht.

Maschinen, welche für die positive und negative Electricität verschiedene Conductoren haben, geben wegen der verschiedenen Construction derselben und ungleicher Isolation des Reibzeugs und der Scheibe für beide Electricitäten Funken sehr verschiedener Länge. Das findet aus dem zweiten Grunde auch bei Maschinen mit einem Conductor mit drehbaren Armen statt. In diesem Falle ist mitunter die negative Electricität stärker, was aber überhaupt in Folge der gewöhnlichen Construction unserer Maschinen selten ist. Um sich zu vergewissern, ob und wo ein Ausströmen an Spitzen oder scharfen Rändern stattfindet, muss die Maschine im Dunkeln geprüft werden. Bestäuben und niedergeschlagene Feuchtigkeit hemmen am meisten die Wirkung der Maschine, bei trockner kalter Luft im geheizten Zimmer ist sie daher am kräftigsten.

Die Glascylinder bei Cylindermaschinen werden inwendig mit Bernsteinfirniss oder einer Mischung aus 4 Theilen venetianischem Terpenthin, 1 Theile Wachs und 1 Theile Pech überzogen; während des Auftragens wird der Cylinder über gelindem Kohlenfeuer gedreht. Die Hälse des Cylinders sind in Kappen von trockenem Holz eingekittet, zu diesem Kitt wählt man zwei Theile Pech, zwei Theile Wachs und ein Theil rothen Ocker. Das Laufen des Cylinders muss gleichförmig geschehen, es geschieht mittelst an den Holzkappen ange-

brachter stählerner Spindeln, die in Lagern von Messing laufen. Die Ständer sind trocken überfirnisste Holzbretter, die auf einem breiten Querbrett stehen oder starke Glasfüsse. Die Drehung geschieht häufig beschleunigt. Um das Springen besser zu verhindern, communicirt die innere Luft durch ein kleines Loch in der einen Seite der Fassung mit der äussern.

Das Kissen umfasst wenigstens $\frac{1}{2}$, höchstens $\frac{3}{4}$ des Cylinders und endigt in einen oben aufliegenden Lappen von Seide oder Wachstafel. Der Conductor für positive Elektricität endigt in der Regel in einer Menge Spitzen, deren Enden auf einer hohlen cylindrischen Fläche verbreitet sind, der negative drückt gewöhnlich an das federnde Reibzeug.

Die grössten construirten Maschinen sind Scheibenmaschinen, nämlich die von Cuthberson unter van Marum's Leitung für das Teyler'sche Museum in Harlem angefertigte und die im polytechnischen Institut zu Wien. Auch werden in Wien Maschinen kleinerer Dimensionen von sehr kräftiger Wirkung von Pfister verfertigt. Eine solche mit einer Scheibe von 28 Zoll Durchmesser, zwei Linien dicken Spiegelglases und kugelförmigem Conductor von 10 Zoll Durchmesser mit 3 Fuss aus einander gespannten Armen und Saugern von vier Spitzen, die $\frac{1}{2}$ Zoll lang sind, und gegen die Scheibe hin in Kugeln von Guajakholz enden, giebt 14 Zoll lange positive Funken, und 10—11 Zoll lange negative Funken. Diese Funken durchbohren eine 4 Linien dicke Glastafel. Eine grosse Lane'sche Flasche von 2 Fuss hoher Belegung wird durch 14 Umdrehungen so stark geladen, dass ein 18 Zoll langer Eisendraht Nr. 12 geschmolzen wird (Baumgartner's Zeitschrift für Physik und Math. III. 439). Eine sehr kräftige von Both in Hamburg verfertigte Scheibenmaschine beschreibt Pfaff (neue Gehler III. 443). Sie giebt 18" lange positive Funken, und 15" lange Feuerbüschel.

Die Beschreibung der Teyler'schen Maschine hat van Marum in einem eignen Werke mit Abbildungen gegeben: Beschreibung einer ungemein grossen Elektrisir-Maschine und der damit im Teyler'schen Museum zu Harlem angestellten Versuche, Leipzig 1786. 4. erste Fortsetzung 1788. 4., zweite 1798. 4. Zwei Glasscheiben von 65" e. Durchmesser, von 8 Kissen, jedes 12 $\frac{1}{2}$ Zoll lang, gerieben, theilen bei derselben ihre Elektricität einem Conductor von 23 $\frac{1}{2}$ Quadratfuss Oberfläche mit, der aus 5 Theilen besteht. 300 positive Funken von der Dicke eines Federkiels und 24" Länge mit 6" bis 8" langen Seitenstrahlen schlagen in 1 Minute nach der auffangenden Kugel über. Der Lichtbüschel hat 16" Breite und Länge. Ein 207 Fuss langer isolirter Draht wird bei jedem Funken in seiner ganzen Länge leuchtend u. s. w.

Die Glasglockenmaschine hat Wolfram, der Erfinder derselben, in Gilb. Ann. LXXIV. p. 53 beschrieben. Sie war, wie mir aus eigner Anschauung bekannt ist, von ausgezeichnet kräftiger Wirkung. An sie schliesst sich die von Page angegebene an (Sillim. amer. Journ. 26. pag. 110), bei welcher ein mit amalgamirten Leder bedeckter Stempel in einer Glasspritze sich reibt. Eine aus einer mit glattem wollene Zeuge überzogenen Trommel, die an einem Katzenfelle gerieben wird, bestehende Maschine hat Lichtenberg beschrieben

(Gothaisches Magazin I. 1, 83). Auch reibt man mit Vortheil ein seidenes Band zwischen dem Fell einer wilden Katze.

Als Erfinder der Elektrisirmaschine wird in der Regel Otto von Guericke genannt, weil er eine Schwefelkugel mittelst einer Kurbel an der trocknen Hand rieb, wofür Hawksbee eine Glaskugel einführte. Doch fehlt seiner Maschine das Reibzeug und der Conductor, welche erst Winkler hinzufügte. Die Cylindermaschine, von Winkler angewandt, wurde von Nairne, Adams, Nooth und Nicholson verbessert. Als Erfinder der Scheibenmaschine werden Planta 1760, Sigaud de la Fond 1756, Ramsden und Ingenhousz genannt. Der Herzog von Chaulness construirte bereits eine von 5 Fuss Durchmesser, die 22 Zoll lange Funken gab.

Gute Abbildungen finden sich ausser in den angeführten Schriften auch in den Artikeln der Edinburger Encyclopaedia und der Metropolitana. Auch enthalten die elektrischen Lehrbücher von Cuthbertson, Cavallo, Becquerel mannigfaches Detail. D.

Elektrochemische Figuren siehe Metallochromie.

Elektrochemische Zersetzung siehe Elektrolyte.

Elektroden nennt Faraday die Pole einer galvanischen Säule, in so fern dieselben der Weg seien, durch welche der Strom ein- und austritt, so dass die positive Elektrode dem Zinkpol, die negative dem Kupferpol entspricht.

Elektrodynamik. Die dynamischen Wirkungen, welche elektrische Ströme auf einander, Magnete auf elektrische Ströme, elektrische Ströme auf Magnete und magnetisirbare Körper, und (wofür man mit Ampère die Magnete als Complexe elektrischer Ströme ansieht) Magnete auf Magnete ausüben, sind der Gegenstand der Elektrodynamik.

Da die dynamischen Wirkungen elektrischer Ströme auf einander nur dadurch uns sichtbar werden, dass die Leiter, welche von ihnen durchflossen werden, in eine gleichnamige Bewegung gerathen, so ist im Folgenden öfter das Wort „Leiter“ oder „stromdurchflossener Leiter“ für „Strom“ gebraucht. Obgleich ferner die Bahn eines elektrischen Stroms jederzeit eine in sich wiederkehrende ist, so pflegt man einen Strom nur dann geschlossen zu nennen, wenn alle seine Theile dem Magneten oder dem Strom, dessen Einfluss betrachtet wird, in der Weise nahe sind, dass der letztere auf dieselben noch eine bemerkbare Wirkung äussern kann; andererseits betrachtet man schon einen Theil eines Stromes als einen für sich bestehenden geschlossenen, wenn der von ihm durchflossene Theil des Leitungsdrahtes eine fast geschlossene Form hat. Endlich heisst ein geradliniger Strom (oder ein geradliniger Theil eines Stromes) nach einer Seite oder nach beiden Seiten hin unbegrenzt, wenn er sich nach einer Seite oder nach beiden Seiten hin so weit ausdehnt, dass die Wirkung seiner äussersten Theile als verschwindend klein betrachtet werden kann. Unter Stromrichtung versteht man die im Leitungsdraht vom positiven Pol nach den negativen gehende Richtung.

Dies vorausgesetzt, sind die hauptsächlichsten elektrodynamischen Erscheinungen folgende:

I. Wirkungen zweier Ströme auf einander.

- 1) Sind beide Ströme geradlinig, durchläuft der eine einen unbeweglichen, der andere einen um einen festen Punkt beweglichen Leiter, so stellt der letzte sich dem ersten so parallel, dass die Ströme in ihnen einerlei Richtung haben.
- 2) Durchläuft von zwei geradlinigen Strömen der eine einen festen, der andere einen ihm parallelen, seiner ganzen Länge nach beweglichen Leiter, so wird der letztere von jenem angezogen oder abgestossen, je nachdem die Ströme gleiche oder entgegengesetzte Richtungen haben.
- 3) Ein beweglicher geradliniger Strom wird von einem festen geschlossenen Strom angezogen oder abgestossen, je nachdem die nächsten Elemente beider Ströme gleiche oder entgegengesetzte Stromrichtung haben.
- 4) Ein geradliniger Strom wirkt nicht auf einen geradlinigen Leiter in der Richtung seines Stroms.
- 5) Ein beweglicher geschlossener Strom b nimmt zwischen zwei anderen festen, gleich intensiven, geschlossenen Strömen a und c , wofern er mit ihnen in einerlei Ebene liegt, keine Bewegung an, wenn die von den Strömen eingeschlossenen Flächen sich wie $1 : m^2 : m^4$ verhalten, während die Entfernung der Schwerpunkte von a und b und von b und c in dem Verhältniss $1 : m$ stehen.
- 6) Zwei nahe, gleich starke, parallele aber entgegengesetzt gerichtete Ströme äussern keine Wirkung nach Aussen.
- 7) Ein in sehr kleinen Krümmungen so fortlaufender Strom, dass er sich wenig von einer bestimmten geraden oder krummen Linie entfernt, äussert dieselbe Wirkung, wie ein Strom, welcher längs dieser geraden oder krummen Linie fortschreitet.

II. Wirkungen eines unbeweglichen Stroms auf einen beweglichen Magneten.

- 1) Hat der Magnet eine solche Lage, dass sein Südende nicht merklich vom Strom afficirt wird, so rotirt er mit seinem Nordende um den Leiter in einer auf der Stromrichtung senkrechten Ebene, und zwar nach der Linken; wird das Nordende dagegen nur unmerklich afficirt, so rotirt er mit seinem Südende rechts um den Leiter. Dies Rechts und Links ist auf eine Person bezogen, welche man sich in dem Leiter in der Richtung des Stroms schwimmend und das Gesicht dem Pol zuwendend denkt.
- 2) Wirkt der Strom gleich stark auf beide Pole eines von dem Erdmagnetismus nicht afficirten, um seinen Schwerpunkt drehbaren Magneten, so stellt sich derselbe wie aus Nr. 1. unmittelbar folgt, senkrecht gegen den Leitungsdraht, und zwar mit dem Nordende nach der Linken.
- 3) Wirkt unter übrigens denselben Bedingungen gleichzeitig der Erdmagnetismus auf den Magneten, so stellt sich derselbe in die Richtung der Resultante der erdmagnetischen Kraft und der sich in Nr. 2. aussprechenden Richtkraft des Stroms; es wird also

das Nordende je nach der Lage und Stärke des Stroms mehr oder weniger nach der Linken hin abgelenkt. Man kann sonach umgekehrt aus der Ablenkung nicht sowohl auf die Richtung als auch auf die Stärke des Stromes schliessen, wenn man normirend dem Strom die Richtung des magnetischen Meridians giebt.

Die Wirkungen (2 und 3) lassen sich dadurch um das n fache erhöhen, dass man statt eines einzigen Stroms n gleich starke und gleichgerichtete Ströme über die Magnetnadel hinleitet; und da nach (2) ein über eine Magnetnadel fortlaufender Strom dieselbe Wirkung ausübt, wie ein unter demselben befindlicher in entgegengesetzter Richtung fortschreitender Strom, so wird die Wirkung die $2n$ fache, wenn man den Leiter in n Windungen über ein rechteckiges Gestell um die Nadel her windet, wofern man nur die Vorsicht anwendet, den Leitungsdraht vorher mit Seide zu umspinnen, damit der Strom die Windungen gesondert durchlaufe. Eine Vorrichtung dieser Art ist der von Schweigger erfundene Multiplikator oder Galvanometer. Jene Erhöhung der wirkenden Kraft auf das $2n$ fache ist indess nicht so zu verstehen, dass ein zu einer einzigen Windung gebogener Leitungsdraht von der Länge a , n mal so viel wirkt als eine Länge na desselben Drahts, der zu n Windungen gebogen ist, und der dieselbe Kette schliesst. Dies würde nämlich erfordern, dass der Strom in dem Leiter a der ersten Kette dem Strom im Leiter na der zweiten Kette an Stärke gleich wäre. In der That nimmt aber die Stärke des Stroms mit der Länge des Leitungsdrahtes unter übrigens gleichen Umständen ab. Nach welchem Gesetz dies geschieht, und wie mithin die ablenkende Kraft des Multiplikators von der Windungszahl abhängt, ist im Artikel Strom abgehandelt.

Eine von Nobili an dem Multiplikator angebrachte Verbesserung besteht darin, dass statt einer Nadel zwei angewendet werden, die wie ab und cd , durch ein Zwischenstück mn (etwa durch einen Strohhalm) verbunden, ihre Pole nach entgegengesetzten Richtungen wenden, und bei m an einem Seidenfaden so befestigt sind, dass sie horizontal schwebend senkrecht über einander hängen. mn ist durch die Windungen hindurchgelassen, so dass ab über den Windungen, cd zwischen den Windungen schwebt. Da nämlich ein Strom einen unter ihm befindlichen Magneten nach derselben Richtung hin ablenkt, als einen über ihm befindlichen mit seinen Polen nach entgegengesetzter Richtung gewendet, so wird die Wirkung auf cd durch die Wirkung auf ab verstärkt, während überdies dadurch besonders an Empfindlichkeit gewonnen wird, dass der Erdmagnetismus nicht mehr mit voller Stärke entgegenwirkt, sondern wegen der verwendeten Pollagen nur mit der Differenz der auf ab und cd besonders ausgeübten Kraft.



III. Die Wirkungen eines unbeweglichen Magneten auf einen beweglichen Strom weichen natürlich von den unter (II.) angeführten nur in so fern ab, als die Bewegungen und Ablenkungen nach entgegengesetzten Richtungen hin geschehen. Da überdies die Erde wie ein Magnet wirkt, so wird sich auch ein beweglicher geradliniger

Leiter, der eine freie Azimuthalbewegung hat, senkrecht gegen den magnetischen Meridian stellen, und senkrecht gegen die Richtung der Neigungsnadel, wenn sich der Leiter in jede mögliche Lage stellen kann.

Nach demselben Princip, nach welchem im Galvanometer die Wirkung eines festen Stroms auf eine Magnetnadel verstärkt wird, lässt sich die Wirkung eines festen Magneten gegen einen Strom verstärken, indem man den Leitungsdraht zu einer cylindrischen Spirale windet. Ist diese Spirale um eine durch ihren Schwerpunkt gehende Axe beweglich, und liegt dieser Schwerpunkt in der durch den Schwerpunkt des Magneten und senkrecht gegen dessen Axe gehenden Ebene, so wird sie sich dem Magneten parallel stellen und zwar mit der Summe aller Kräfte, welche jede einzelne Spiralwindung antreibt, sich senkrecht gegen die Magnetaxe zu richten, und überhaupt wird jede solche Spirale, in welcher Lage sie sich befindet, sich wie ein Magnet verhalten, dessen Axe mit der Spiralaxe zusammenfällt.

Achtet man auf die Stromrichtung, so ergiebt sich unmittelbar folgendes Gesetz: Ist die Spirale rechts (wie ein Korkzieher) gewunden, so verhält sich dasjenige Ende in Bezug auf einen ausserhalb der Spirale befindlichen Magneten wie ein Südende, in welches der Strom eintritt, das entgegengesetzte Ende wie ein Nordende. Umgekehrt verhält sich eine links gedrehte Spirale.

Streng genommen würde der Vergleich mit einem Magneten nur genau sein, wenn alle Stromtheile genau senkrecht gegen die Spiralaxe lägen, oder mit andern Worten, wenn es keine Spirale wäre sondern eine Reihe geschlossener (unter sich paralleler) Ringe, die nach einerlei Richtung von Strömen durchflossen werden. Die Wirkung der Theile indess, welche die Spiralwindungen mit einander verbinden, lässt sich durch Zurückbiegen der Drahtenden, zufolge (1, 6), aufheben, so dass die Spirale dadurch folgendes Ansehen gewinnt:



Ein so gewundener Draht wird, wenn ihm die nöthige Beweglichkeit gegeben wird, vom Erdmagnetismus bei hinreichend starkem Strom wie ein Magnet gerichtet.

IV. Wirkung elektrischer Ströme auf magnetisirbare Körper.

Magnetisirbare Körper werden unter dem Einfluss eines elektrischen Stromes magnetisch, und zwar erhalten sie ihre Pole da, wo sie liegen müssten, wenn sie magnetisch gewesen wären, und ihre Lage in Folge der Stromwirkung angenommen hätten. Bei einer senkrecht gegen den Strom befindlichen Stahlnadel liegt daher das Nordende links, das Südende rechts; und ein in einer vom Strom durchflossenen Drahtspirale liegender Stahl- oder Eisenstab erhält sein Nordende da, wo der Strom ein- oder austritt, je nachdem sie rechts oder links gewunden ist. Dieser Magnetismus wird bleibend nach

Verhältniss der Coërcitivkraft. Eigenthümlich ist jedoch hierbei, dass weiches (hufeisenförmiges) Eisen, wenn es mit einem Anker versehen wird, nach dem Aufhören des Stroms noch einen Theil seines Magnetismus behält, so lange der Anker anliegend bleibt, und ihn erst aber sogleich nach dem Abreissen desselben fast gänzlich verliert.

Zur Hervorbringung der Erscheinungen (I—IV) sind zwar ursprünglich nur galvanische Ströme angewendet worden; doch ist es auch gelungen, die Ablenkung der Magnetnadel und die Magnetisirung von Stahl und Eisen durch Ströme zu bewirken, welche eine in Thätigkeit befindliche Elektrisirmaschine, und eine sich entladende Flasche oder Batterie liefern. Die bleibende Magnetisirung erfordert eine schnelle (mit Explosion verbundene) Durchführung der Elektrizität durch den Leitungsdraht, welcher Conductor und Reibzeug, oder die beiden Belegungen der Batterie mit einander verbindet, während die Ablenkung einer Magnetnadel nur bei langsamer stiller Entladung gelingt. Man pflegt zu letzterem Behuf das eine Ende des Galvanometers mit dem Fussboden zu verbinden, und hält entweder die Spitze eines mit dem zweiten Ende verbundenen Drahtes dem Conductor der Maschine oder der inneren Belegung der Batterie von fern entgegen, oder man unterbricht die Zuleitung der Elektrizität zum zweiten Ende durch eine nasse Schnur.

Behalten wir die Vorstellung bei, welche man vor der Entdeckung des Elektromagnetismus durch Oerstedt (welche im Jahre 1819 erfolgte) vom Magnetismus und von der Elektrizität hatte, und welche man noch bis jetzt aufrecht zu erhalten gesucht hat, nämlich sowohl jenem als diesem ein Doppelfluidum unterzulegen, dessen Theilchen in Bezug auf Anziehung und Abstossung in gegensätzlichen Beziehungen stehen, dergestalt, dass die Theilchen desselben Fluidums einander abstossen, die Theilchen der entgegengesetzten Fluida einander anziehen: so können wir beide Doppelfluida als identisch oder als von einander verschieden ansehen. Die erste Ansicht liegt der Ampère'schen und Oerstedt'schen, die zweite der von Biot und Pouillet ausgebildeten Theorie zum Grunde.

Der letzten Theorie zufolge ist das magnetische Fluidum zusammengesetzt gedacht aus sogenannten magnetischen Elementen, welche selber wieder aus einem Molekul nördlichen, und einem Molekul südlichen Magnetismus bestehen, und die Wirkung dieser Moleküle auf die Elemente elektrischer Ströme wird als Elementarwirkung angesehen. Man ist alsdann genöthigt, a priori anzunehmen, dass diese Wirkung senkrecht auf der Verbindungslinie der beiden auf einander wirkenden Theilchen geschehe, für welche Wirkungsart aber, wenigstens so lange man magnetische und elektrische Moleküle gleichzeitig als einfach betrachtet, keine Analogie spricht. Ueberdies giebt diese Erklärung keine Rechenschaft über die Wirkung zweier Ströme auf einander, indem sie zu deren Veranschaulichung als Axiom den Satz zu Hülfe ruft, dass ein Strom sich wie ein Transversalmagnet verhalte.

Die Ampère'sche Theorie fasst den Magnetismus als Aeusserung elektrischer Ströme, welche die Magnettheilchen umkreisen, und nimmt sonach die gegenseitige Wirkung zweier Stromelemente als Elementarwirkung.

Die Oerstedt'sche Theorie erklärt das elektrische Fluidum im Akt des Strömens für magnetische Materie, welche sich um den Leitungsdraht spiralförmig bewegt. Die von Althaus, Schmidt, Erman, Pechtl, Seebeck aufgestellten Modificationen dieser Theorie stimmen alle dahin überein, dass ihnen zufolge die Leitungsdrähte zwar Transversalmagnete, die Magnettheilchen aber im Zustand der Ruhe sind, und weichen unter sich wesentlich nur durch die Zahl und Lage der Pole von einander ab, die in jedem Querschnitt des Drahtes als vorhanden vorausgesetzt werden. Nach keiner dieser Modificationen scheint indess die Entstehung einer der Rotationsbewegungen (II, III) erklärlich.

Ganz zurückweisen können wir sowohl die Ansicht, dass ein Strom in dem von ihm durchflossenen Leiter ein transversales Kreisen magnetischer Materien erzeuge, als die Ansicht, dass die Theilchen des magnetischen Fluidums rings um sich ein Kreisen magnetischer Materie hervorrufe; einestheils, weil diese neu eingeführten hypothetischen Wirkungen im Kleinen dasselbe sind, was die zu erklärenden Wirkungen im Grossen sind, andernteils weil die Ausführung dieser Hypothesen mit der Ausführung der Oerstedt'schen und Ampère'schen Theorie zusammenfallen würde.

Da Ampère's Theorie sich das meiste Ansehen erworben hat, da sie am vollständigsten durchgeführt ist, und da sie alle hierhergehörige Erscheinungen aus demselben Princip erklärt, so mögen hier die besonderen Hypothesen, auf denen sie beruht, so wie einige ihrer Hauptresultate angeführt werden.

Die Voraussetzungen, auf denen der Urheber dieser Theorie seine Rechnungen gründete, sind:

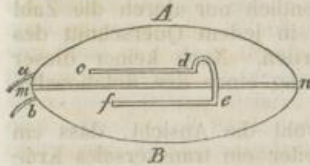
- 1) Dass zwei Stromelemente sich anziehen oder abstossen längs der sie verbindenden Linie, und zwar mit einer Kraft, welche der Intensität der Ströme proportional ist, und sich verkehrt verhält wie eine Potenz der Entfernung, und zugleich von der Richtung, in welcher sich die strömende Elektrizität bewegt, nach einem aus Erfahrungssätzen abzuleitenden Gesetz abhängt;
- 2) Dass zwei Stromelemente keine Wirkung auf einander äussern, wenn ihre Richtungen senkrecht auf einander und auf ihrer Verbindungslinie stehen. Die Höhe des Exponenten jener Potenz der Entfernung, und die Abhängigkeit der Wirkung von den Stromrichtungen leitete er aus den Erfahrungssätzen (1, 3, 5) her.

Stellen i und i' die Intensitäten der Ströme in den (geradlinigen) Elementen ds und ds' vor, ist ε der Winkel zwischen den Richtungen von ds und ds' , bezeichnet r die Entfernung ihrer Mitten, und sind ϑ und ϑ' die Winkel zwischen ds und ds' einerseits und r andererseits, so ist die sich aus diesen Voraussetzungen ergebende Grösse der Wirkung, welche ds auf ds' ausübt:

$$(1) \quad \frac{i i' ds ds'}{r^2} (\cos. \varepsilon - \frac{1}{3} \cos. \vartheta \cos. \vartheta'),$$

und diese Elemente (ds und ds') ziehen sich an oder stossen sich ab, je nachdem dieser Ausdruck positiv oder negativ ist. Gehören also ds und ds' demselben geradlinig fortlaufenden Strom an, so ist

weil dann $\varepsilon = \delta = \delta' = \sigma$ ist, die Wirkung $-\frac{ii' ds ds'}{2r^2}$, d. h. es stossen die hintereinander liegenden Theile eines und desselben Stromes sich gegenseitig ab. Diese Abstossung wies Ampère durch folgenden Versuch nach. Man füllt ein durch eine isolirende Scheidewand mn in zwei Kammern getheiltes Gefäß AB mit Quecksilber, und lässt auf dasselbe einen aus zwei geradlinigen Stücken cd und ef und einem Bogenstück de bestehenden Metalldraht so schwimmen, dass cd in der einen Kammer, fe in der andern sich befindet, und beide Kammern nur durch den Bogen de in leitender Verbindung stehen.



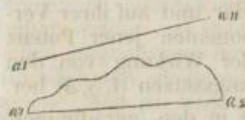
Werden nun die Enden der Polardrähte einer Säule bei a und b mit dem Quecksilber in Berührung gebracht, so bewegt sich der Draht in der Richtung vom m nach n .

Diejenigen der aus der Formel (1) abgeleiteten Resultate, welche sich ohne verwickeltere Formeln namhaft machen lassen, und die sowohl die schon früher bekannten, als die von Ampère selbst auf experimentellem Wege entdeckten Erscheinungen darstellen, sind folgende:

A. Wirkung zweier Stromelemente auf einander.

Die Wirkung, welche ein Element ds auf ein anderes ds' ausübt, bleibt ungeändert, diese Elemente mögen geradlinig oder gekrümmt sein, wenn sie nur in denselben Punkten endigen — eine Eigenthümlichkeit, welche durch den Erfahrungssatz (I, 7.) bestätigt wird.

B. Wirkung zweier geradlinigen Ströme.



- 1) Ein geradliniger Strom $a_1 a_2$ treibt einen anderen $a' a''$ welcher in derselben Ebene liegt, in seiner eigenen Richtung vorwärts mit der Kraft

$$-\frac{1}{2} i i' \left(\log \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta_2' \cot \frac{1}{2} \beta_2'' + \cos \beta_2' - \cos \beta_1' - \cos \beta_2'' + \cos \beta_1''}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \beta_1' \cot \frac{1}{2} \beta_1''} \right),$$

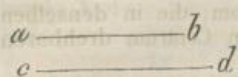
wo i und i' die Intensitäten in den beiden Strömen, und β_1' , β_2' , β_1'' , β_2'' die Winkel zwischen der Richtung von $a' a''$ und respective den Richtungen $a_1 a'$, $a_2 a'$, $a_1 a''$, $a_2 a''$ bedeuten.

Es hängt also diese Wirkung nur von der Lage der Endpunkte a_1, a_2 ab, und würde demnach ungeändert bleiben, wenn a_1, a_2 ein beliebig gekrümmter, aber in a_1 und a_2 endender Leiter wäre.

Ist $a' a''$ nach beiden Seiten hin unbegrenzt, so geht jener Ausdruck, wenn α_1 und α_2 die senkrechten Entfernungen der Endpunkte a_1 und a_2 von $a' a''$ vorstellen, über in

$$i i' \log \frac{a_1}{a_2}$$

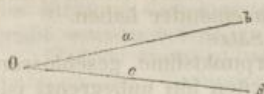
woraus folgt, dass nur für $a_1 = a_2$, d. h. bei einer Parallelität der Leiter, keine fortschreitende Bewegung erfolgt.



- 2) Zwei parallele, um α von einander entfernte Leiter ab und cd wirken nach ihrer Normale, d. h. anziehend oder abstossend, mit der Kraft

$$\frac{1}{2} i i' \left[\alpha \left(\frac{1}{bd} - \frac{1}{bc} - \frac{1}{ad} + \frac{1}{ac} \right) + \frac{1}{\alpha} (bc + ad - bd - ac) \right].$$

Ist also cd nach beiden Seiten hin unbegrenzt, so wird die Wirkung $\frac{i i' ab}{\alpha}$; und ist $cd = ab$ während ac und bd senkrecht auf ab stehen, so wird die Wirkung $\frac{i i' ab^2}{\alpha \cdot ad}$; in beiden Fällen also der Entfernung umgekehrt proportional.



- 3) Bilden ab und cd einen Winkel miteinander, so ist, wenn ab um den Durchschnittspunkt 0 ihrer Richtungen beweglich ist, das Drehungsmoment:

$$\frac{1}{2} i i' [p_2'' - p_1'' - p_2' + p_1' - \cot s (bd - bc - ad + ac)],$$

wo p_2'' , p_1'' , p_2' , p_1' die von 0 resp. auf bd , bc , ad , ac gefällten Perpendikel vorstellen. — Trifft cd den Strom ab in seiner Mitte, so wird der Moment

$$\frac{1}{2} i i' [p_2'' + p_2' + \cot s (ad - bd)],$$

und wenn gleichzeitig cd über d hinaus unbegrenzt ist,

$$\frac{i i' ab}{\sin s},$$

also der Länge des endlichen Stromes proportional.

- 4) Liegen die geradlinigen Leiter ab und cd nicht in einerlei Ebene, so lässt sich die wirkende Kraft zerlegt denken in eine nach ihrem gemeinsamen Perpendikel gerichtete (eine Anziehung oder Abstossung) und in eine darauf senkrechte Kraft, welche, wenn der eine Leiter um den gemeinsamen Perpendikel als Axe beweglich ist, denselben um diesen Perpendikel zu drehen strebt.

Jene anziehende Kraft ist, wenn α die Länge des gemeinsamen Perpendikels ist,

$$\frac{1}{2} i i' \alpha \left(\frac{1}{bd} - \frac{1}{bc} - \frac{1}{ad} + \frac{1}{ac} \right),$$

also dem kürzesten Abstände proportional, und das Drehungsmoment ist für den Fall, dass die Ströme vom gemeinsamen Perpendikel ausgehen und ihre Richtungen auf einander senkrecht stehen,

$$\frac{1}{2} i i' \left(\frac{ab \cdot cd}{bd} - \alpha \arccos \left(\frac{ab \cdot cd}{\alpha \cdot bd} \right) \right).$$

C. Wirkung krummliniger Ströme im Allgemeinen.

- 1) Ein geschlossener Strom wirkt auf ein Stromelement nur in einer auf dem letzteren senkrechten Richtung.
- 2) Ein geradliniger und ein krummliniger Strom, die in denselben Punkten endigen, üben auf einen um sein Centrum drehbaren Kreisbogen einerlei Wirkung aus.
- 3) Sehr kleine geschlossene Ströme von der Intensität i und i' , die in einer Ebene liegen und Flächen von der Grösse λ und λ' einschliessen, wirken in der Entfernung r mit der Kraft $\frac{i i' \lambda \lambda'}{r^4}$ auf einander, und geben daher nie zu einer Rotation Anlass.

D. Wirkung der Solenoide insbesondere.

Solenoide nannte Ampère Reihen unendlich kleiner geschlossener Ströme, deren Flächen einander gleich sind, senkrecht auf der ihre Schwerpunkte mit einander verbindenden Linie stehen, und gleiche oder unendlich kleine Entfernung von einander haben.

Von ihnen gelten vornehmlich folgende Sätze:

1) Weder ein Solenoid, dessen Schwerpunktslinie geschlossen ist, noch ein solches, welches nach beiden Seiten hin unbegrenzt ist, übt irgend eine Wirkung auf ein Stromelement aus.

2) Ein nur nach einer Richtung unbegrenztes Solenoid, dessen Anfangspunkt b ist, wirkt auf ein Stromelement mn in einer Richtung, welche senkrecht auf der Ebene mnb steht, und zwar mit der Kraft

$$\frac{i i' \lambda v}{g l^2} \text{ oder } \frac{i i' mn \cdot \lambda \cdot \sin bam}{2 g l^2},$$

in welchen Ausdrücken λ der Flächeninhalt der einzelnen kleinen Solenoidsströme, g die Entfernung der letzteren von einander, a die Mitte von mn , $l = ab$, und v der Inhalt des Δmnb ist.

Es ist sonach die Kraft ihrer Richtung und Grösse nach unabhängig von der Form und Richtung der Schwerpunktslinie, und richtet sich nur nach der Lage des Anfangspunktes b .

3) Die Wirkung eines völlig begrenzten Solenoids ab ist daher der Differenz der Wirkungen zweier nach einer Seite hin unbegrenzten und resp. in a und b anfangenden Solenoide gleich. Denn denkt man sich das Solenoid ab über b hinaus ins Unbestimmte verlängert, so muss man die Wirkung von ab erhalten, wenn man von der Wirkung des verlängerten (also irgend eines in a anfangenden und unbegrenzt fortgehenden) Solenoids die Wirkung der Verlängerung (also eines in b anfangenden einseitig unbegrenzten Solenoids) subtrahirt.

4) Wirkt ein Strom ab von beliebiger Form auf ein einseitig unbegrenztes Solenoid, so ist das Drehungsmoment des letzteren in Bezug auf eine durch seinen Anfangspunkt c gehende Axe Cc ,

$$\frac{\lambda i i'}{2g} (\cos \vartheta_1 - \cos \vartheta_2),$$

wo $\vartheta_1 = W. Cca$, $\vartheta_2 = W. Ccb$. Es findet also gar keine Drehung

statt, wenn der Strom ab geschlossen ist. Mithin ist alsdann c der Angriffspunkt der auf das Solenoid wirkenden Kräfte.

5) Wirkt ein Strom ab von beliebiger Form auf ein begrenztes Solenoid cd von gleichfalls beliebiger Form, so ist das Drehungsmoment des letzteren in Bezug auf eine durch die Enden c und d gehende Axe

$$\frac{\lambda i i'}{2g} (\cos \vartheta_1 - \cos \vartheta_2 - \cos \vartheta_3 + \cos \vartheta_4),$$

wo $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4$ resp. die Winkel dca, dcb, cda, cdb bezeichnen. Die Wirkung ist also unabhängig von der Form, Grösse und Distanz des Leiters ab , und es findet somit auch weder eine Drehung statt, wenn ab ein geschlossener Strom ist, noch wenn ab nach beiden Seiten hin unbegrenzt ist.

6) Ein geschlossener Strom, so wie ein System geschlossener Ströme übt auf ein einseitig begrenztes Solenoid eine Wirkung aus, welche ihrer Richtung nach dieselbe ist, wie die Wirkung auf ein einzelnes im Anfangspunkt des Solenoids befindliches Stromelement von der Grösse $\frac{\lambda}{g}$, und die Richtung der Action steht senkrecht auf der Richtung derjenigen Action, welche auf das Stromelement ausgeübt werden würde.

7) Zwei einseitig begrenzte Solenoide wirken auf einander in der Richtung der Verbindungslinie ihrer Anfangspunkte mit der Kraft $-\frac{\lambda \lambda' i i'}{g g' l^2}$, wenn l die Entfernung der Anfangspunkte vorstellt, und wo g, λ' auf das eine, g und λ auf das zweite sich beziehen.

8) Die Wirkungen völlig begrenzter Solenoide ab und cd ist daher zusammengesetzt aus zwei abstossenden und zwei anziehenden Kräften, und zwar so, dass, wenn a und c, b und d die ähnlichen Enden sind, die anziehenden Kräfte in den Richtungen ad und bc , die abstossenden in den Richtungen ab und cd wirken.

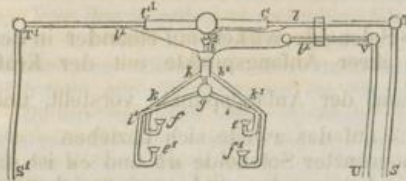
Diesen Sätzen zufolge stimmen die Wirkungen der Solenoide genau mit den durch die Erfahrung gegebenen Wirkungen der Magnete überein, und zwar so, dass ein einseitig begrenztes Solenoid gleich wirkt mit einem in seinem Anfangspunkt befindlichen Magnetpol, und ein vollständig begrenztes Solenoid mit einem Magneten, dessen Pole sich in den Endpunkten desselben befinden. Namentlich gelten für die Solenoide auch die beiden von Biot und Savart aus ihren Versuchen für Magnete gefundenen Sätze, nämlich 1) dass die Wirkung eines geradlinigen Stromes auf einen Magneten in umgekehrtem Verhältniss zur Entfernung stehe, und 2) dass die Wirkung eines in einem Winkel gebogenen Leiters auf einen Magneten, dessen Mitte in der Richtung der jenen Winkel halbirenden Linie liegt, überdies der Tangente der Hälfte dieses Winkels proportional sei.

Aus diesem Grunde verglich Ampère, um die magnetischen und elektrischen Erscheinungen auf dasselbe Princip zurückzuführen, die Magnete mit Bündeln von Solenoiden, die von einem Ende desselben zum andern gehen.

Stellt man sich aber die kleinen geschlossenen Ströme der Solenoide in Ebenen vor, welche senkrecht auf der Axe des Magneten stehen, und nimmt sie, wie es oben geschehen ist, von gleicher In-

tensität an, so müssten die Pole an den äussersten Enden liegen, während sie sich in der That in einiger Entfernung von denselben befinden. Man muss daher entweder annehmen, dass die Intensität der kleinen Ströme mit der Entfernung von den Enden wächst, oder, was Ampère vorgezogen hat, dass ihre Ebenen nicht senkrecht gegen die Magnetaxe liegen. Die letzte Voraussetzung ist um so natürlicher, als bei der Vorstellung, dass die einzelnen Magnettheilchen von Strömen umflossen werden, diese Ströme auch gegenseitig auf einander wirken und dadurch namentlich an den Enden eine schiefe Lage annehmen müssen. Eine Folge davon würde sein, dass diese Schiefe um so grösser ist, je grösser die Dicke des Magneten im Verhältniss zu seiner Länge ist, und daher, übereinstimmend mit der Erfahrung, die Pole sich um so weiter von den Enden entfernen.

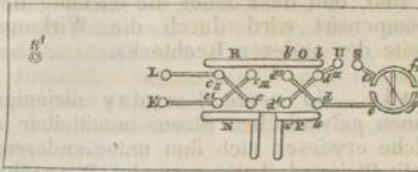
Was die Versuche betrifft, welche zur Darstellung der elektromagnetischen Erscheinungen dienen, so sind die Rotationsversuche im Artikel Rotationsapparate behandelt. Die Mehrzahl der übrigen Versuche ist mit dem folgenden Ampère'schen Apparate, dessen Beschreibung ich dem Cours de physique von Lamé (T. III. p. 221.) entnehme, angestellt worden.



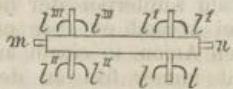
Von den 4 mit Quecksilber gefüllten Näpflchen e, f, e', f' stehen e und f, e' und f' vertikal unter einander, e und f, e' und f' horizontal neben einander. Die Schälchen e und e' stehen durch die Kupferdrähte $eig, e'ig$ und ga unter sich und

mit dem Schälchen a in leitender Verbindung; ebenso stehen f und f' durch die Drähte $fk h, f'k' h'$ und den hohlen Kupfercylinder hb unter sich und mit dem Schälchen b in Verbindung. Die Theile eig und $f'k' h', e'ig$ und $fk h, ga$ und hb sind durch Isolatoren von einander getrennt. Das Ganze wird getragen von dem Holz- oder Elfenbeinstück CC , welches die Kupferstäbe CTS und $C'T'S'$, deren Enden S und S' in einem hölzernen Tisch befestigt sind, von einander isolirt. Werden nun a und CTS so wie b und $C'T'S'$ resp. durch die Kupferstreifen al und bl' mit einander verbunden, und stehen ST und $S'T'$ mit den Polen einer Säule in Verbindung, so ist der Strom nur geschlossen, wenn e und f' , oder e' und f , oder e und f , oder e' und f' mit einander in Verbindung gesetzt werden. Diese Verbindung geschieht durch Drähte, deren zugespitzte Enden in die Näpflchen tauchen, und welche sich daher unter dem Einfluss eines festen Stromes oder eines Magneten bewegen (d. h. um eine horizontale oder vertikale Axe frei drehen) können. Zu grösserer Bequemlichkeit bedient man sich statt der Säule $T'S'$ der Säule VU .

Damit die Elektrizität in dem bewegenden (festen) Leiter einerlei Intensitätswechsel erfahre mit der des beweglichen, wird derselbe Strom in beide geleitet. Zu diesem Zweck, und um die Richtung der Ströme nach Willkür umkehren zu können, hat der Tisch folgende Einrichtung.



RO, **N** und **P** sind mit Quecksilber gefüllte Rinnen, in **U** und **S** endigen sich die oben erwähnten Säulen **VU** und **TS**, in **L** und **K** die Enden des festen Leiters. **c**, **c'**, **c''** u. s. w. sind mit Quecksilber gefüllte Vertiefungen, **Lc'**, **Kc'**, **d''U**, **Se'**, **de**, **cc''** und **c'c''**, **dd''** und **d'd''** sind verbindende Kupferstreifen, von denen die letzten beiden Paare sich aber an der Durchkreuzungsstelle ihrer Richtung nicht berühren; endlich sind **ef** und **e'f'** zwei Rinnen, die durch einen in der Ebene des magnetischen Meridians befindlichen Kupferbügel verbunden werden, und unter welchem eine Boussole zur Bestimmung der Richtung und Stärke des Stromes sich befindet. Werden nun die Polardrähte der Säule in **N** und **P** getaucht, so wird der Strom einerseits nach **L** und **K** hin in den festen Leiter, andererseits nach **U** und **S** hin in den beweglichen Leiter durch zwei Gyrotropen von der Form **B** geleitet. Das eine Gyrotrop ist mit seiner

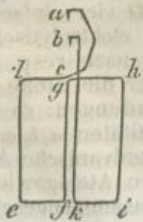
B

ner Axe **mn** über **OP** angebracht und um dasselbe so beweglich, dass von den vier nach unten gebogenen von einander isolirten Kupferdrähten **ll'**, **l''l'''**, **l'''l''''** bald die Enden **l'**, **l''**, **l'''**, **l''''** in **a'**, **d'**, **d''**, **b'** bald die Enden **l**, **l'**, **l''**, **l'''** in **a**, **d**, **d''**, **b** getaucht werden können. Das zweite Gyrotrop ist ebenso

über **NR** angebracht.

Taucht nun z. B. der positive Polardraht in **P**, der negative in **N**, und neigen beide Gyrotropen nach der Rechten, so steigt der Strom, nachdem er den Weg **adee'S** zurückgelegt hat, in **ST** auf, kehrt längs **VU** zurück, beschreibt den Weg **Ud''bORc''c'K**, tritt also bei **K** in den festen Leiter, verlässt denselben bei **L** und geht längs **Lc'cN** zur Säule zurück. Neigt dagegen das Gyrotrop über **PO** nach der Linken, so ist der Verlauf des Stromes folgender: **a'd'd''USEe'd'd'b'Rc''** u. s. w. so dass die Stromrichtung im beweglichen Leiter sich umgekehrt hat. Neigt man das zweite Gyrotrop nach der Linken, so kehrt sich die Stromrichtung im festen Leiter um.

Um die Drehung der beweglichen Leiter vom Einfluss der Erde



unabhängig zu machen, bedient man sich sogenannter astaticher Leiter. Ein solcher Leiter für geradlinige um eine vertikale Axe bewegliche Ströme ist der hier abgebildete.

Der Leitungsdraht, dessen Enden **ab** in die Schälchen **e** und **f** des oben beschriebenen Apparates tauchen, ist zu einem doppelten Rechteck **acdefghikb** so gebogen, dass in den homologen Seiten der beiden Rechtecke die Stromrichtungen

entgegengesetzt sind, und dass daher die Wirkung der Erde auf jede Rechteckseite compensirt wird durch die Wirkung der Erde auf die homologe Seite des anderen Rechtecks. R.

Elektrolyte. So nennt Faraday diejenigen Substanzen, welche durch einen galvanischen Strom unmittelbar zersetzt werden können. Als solche erwiesen sich ihm unter anderen unter den Oxyden: Wasser, Kali, Bleioxyd, Antimonoxydul, Wismuthoxyd; unter den Chlormetallen: die Chloride des Kalium, Natrium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium, Mangan, Zink, Blei, Quecksilber, Silber und die Chlorüre des Kupfer, Zinn und Antimon; unter den Jodverbindungen die Jodide des Kalium, Zink, Blei, Quecksilber und das Zinnjodür; unter den Schwefelverbindungen die des Antimon und Kalium; unter den Salzen: das chlorsaure Kali, das salpetersaure Kali, Natron, Baryt, Strontian, Blei, Kupfer und Silber, das schwefelsaure Natron und Blei, der saure phosphorsaure Kalk, das kohlen saure Kali und Natron, der Borax, das borsaure Blei und Zinnoxid, das saure und neutrale chromsaure Kali, das chromsaure Blei, das essigsäure Kali, das wasserfreie essigsäure Natron, das kiesel saure und mangansaure Kali; endlich das Fluorkalium, das Cyankalium und das Schwefelcyan kalium.

Die beiden sich trennenden Bestandtheile der Elektrolyte, die sich in ihrem getrennten Zustande nur an den Polen (Elektroden) zeigen, nennt Faraday Jonen, und zwar denjenigen, der am Zinkpol (der positiven Elektrode) auftritt Anion, den am Kupferpol (der negativen Elektrode) auftretenden Kation. Dabei kommt es aber nie vor, dass derselbe Körper in einem Elektrolyten Anion, in einem anderen Kation ist. Die Jonen zeigen sich nicht immer frei an den Elektroden, indem sie sich im Fall einer chemischen Verwandtschaft mit den letzteren verbinden können. Ist der Elektrolyt in einer Flüssigkeit aufgelöst, oder enthält er andere Stoffe aufgelöst, so können sich auch die Jonen mit Bestandtheilen der Auflösungsflüssigkeit oder der aufgelösten Stoffe verbinden, so dass sie wiederum nicht frei zum Vorschein kommen. Die hierdurch veranlasste Zersetzung der Auflösungsflüssigkeit oder der aufgelösten Stoffe nennt Faraday secundäre Zersetzungen, und die an den Polen frei werdenden Bestandtheile sind dann keine Jonen, so wenig wie diese secundär zersetzten Körper Elektrolyte sind. Demnach ist z. B. Ammoniak kein Elektrolyt, obgleich sich Stickstoff an der positiven Elektrode zeigt, da dessen Zersetzung eine Folge der Einwirkung des Sauerstoffs des sich primär zersetzenden Lösungswassers ist.

Ueber die aus zwei einfachen Substanzen bestehenden Elektrolyte stellt Faraday folgendes Gesetz auf. Sind *A, B, C, D* vier einfache Körper, und geben *A* und *B*, *A* und *C*, *B* und *D* elektrolytische Verbindungen, in denen diese Körper ihrer Quantität nach resp. in den Verhältnissen $a : b$, $a : c$, $b : d$ stehen; geben ferner die Stoffe *B* und *C* oder *C* und *D* gleichfalls elektrolytische Verbindungen: so ist ihr Mischungsverhältniss resp. $b : c$ oder $c : d$. Die Quantitäten *a, b, c, d*, auf eine bestimmte Einheit bezogen, nennt Faraday galvanische Äquivalente, und diese stimmen im allgemeinen mit den Atomgewichten überein, so dass die aus zwei einfachen Stoffen zusammengesetz-

ten Elektrolyte aus 1 Atom + 1 Atom bestehen. Eine Ausnahme machen das Wasser (welches aus 1 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff besteht), und das Antimonoxyd (welches aus 2 At. Antimon und 3 At. Sauerstoff besteht). Die Anomalie des letzteren erklärt sich Faraday dadurch, dass er in demselben noch eine Oxydationsstufe von regelrechter Zusammensetzung aufgelöst annimmt, welche die primäre Zersetzung erleide.

Ueber die binären Elektrolyte, die übrigens nicht nothwendig aus zwei Elektrolyten zusammengesetzt sind, ist noch kein einfaches Gesetz aufgefunden worden.

Die frühere Annahme, dass Elektrolyte, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest sind, eines Auflösungsmittels bedürfen, um zersetzt zu werden, ist von Faraday für irrig befunden, indem er es schon hinreichend fand, dass sie durch Schmelzung in flüssigen Zustand versetzt sind.

R.

Elektromagnet nennt man eine mit isolirtem Drahte umwickelte Eisenstange, welche, wenn dieser Draht von einem elektrischen Strome durchflossen wird, magnetisirt wird, diesen Magnetismus aber verliert, so wie sie aus der Verbindung mit der Elektrizitätsquelle heraustritt. Der Eisenkern des Elektromagneten ist entweder verschieblich, so dass er aus der Umwicklung herausgezogen werden kann, oder diese Umwicklung ist fest auf diesen Kern gewickelt. Der Form nach zerfallen die Elektromagnete in geradlinige und hufeisenförmige, diese letztern wiederum in gewöhnliche elektromagnetische Hufeisen, in Joulesche, und in Radmagnete (siehe Eisenbahn electriche). Bei den Jouleschen ist die Querdimension vorwaltend, das Hufeisen ist nämlich die eine Hälfte einer der Länge nach zerschnittenen eisernen Röhre. Ist der Anker ebenfalls umwickelt, so kann Hufeisen und Anker durch denselben Strom so magnetisirt werden, dass die berührenden Stellen das Schema

N S
" "

bilden. Dies steigert besonders die Tragkraft bei der Jouleschen Form, wo auf diese Weise eine viele Centner betragende Tragkraft mit Eisenmassen von einigen μ Gewicht erhalten werden kann. Der Magnet erhält hier also die Form eines aus seinen zwei Hälften wieder zusammengesetzten hohlen Cylinders. Die Tragkraft eines geradlinigen Magneten bestimmt man vermittelst eines hufeisenförmigen Ankers, so wie die eines Hufeisens gewöhnlich durch einen ebenen oder nur sehr wenig an den Kanten abgestumpften Ankers. Um bedeutende Gewichte bei grosser Tragkraft zu ersparen, bedient man sich einer Schnellwage oder Brückenwage, bei welcher der Anker die Wagschale am kürzeren Schenkel bildet. Die Schenkel des Hufeisens sind dann nach oben gekehrt. Die Tragkraft eines Elektromagneten an einem Pole steht in keinem Verhältniss zu der, wo beide durch den Anker verbunden werden. Diese Anziehung zweier geraden Eisenstangen wird aber viel stärker, wenn beide sich innerhalb einer Spirale berühren, deren Achse sie eine als Verlängerung der andern bilden. Hohle Elektromagnete (z. B. spiralförmig umwickelte Flintenläufe) wirken kräftig anziehend an ihrer äussern Oberfläche.

Für die Intensität des im Eisen erregten Magnetismus gelten nach Lenz und Jacobi folgende Gesetze:

- 1) Der durch galvanische Spiralen im Eisen erregte Magnetismus ist der Stärke der Ströme proportional.
- 2) Bei gleichen Strömen ist dieser Magnetismus unabhängig von der Dicke und Form der Drähte oder Streifen.
- 3) Bei gleichen Strömen ist die Weite der Windungen gleichgültig, mit der Beschränkung, dass für die den Enden naheliegenden Windungen die Kraft bei grösserer Weite der Windungen etwas abnimmt.
- 4) Die Totalwirkung sämmtlicher einen Eisenkern umgebenden Windungen ist gleich der Summe der Wirkungen der einzelnen Windungen.

Für ein einfaches galvanisches Element erhält man daher durch wenige Windungen dicken Drahtes eine kräftige Wirkung, auch erspart man dabei das Besspinnen des Drahtes mit Seide, da die Windungen weit von einander gelegt werden können, und nur durch ein seidenes Band vom Eisen getrennt werden. Ist der Elektromagnet aber, wie bei dem elektrischen Telegraphiren, sehr weit von der Elektrizitätsquelle, so bedarf man vieler Windungen feinen Drahtes. Die kräftigsten Funken erhält man bei dem Oeffnen der Kette von einem Elektromagneten mit dicken Draht, kräftige Schläge des Gegenstromes bei vielen Windungen dünnen Drahtes. Der Draht wird entweder in einer Folge umwickelt, oder einzelne Drähte in mehreren Lagen übereinander gewickelt, deren Anfänge sämmtlich unter einander verbunden sind, so wie ihre Enden. Der Strom theilt sich also zwischen diesen Lagen, die auch hinter einander liegen können, so dass jede folgende ein anderes Stück der Eisenstange magnetisirt. Diese Methode wird die amerikanische genannt. Der Magnetismus erreicht nicht momentan sein Maximum bei dem Schlusse der Kette, auch bleibt, wenn der Elektromagnet durch den Anker geschlossen, ein bedeutender Theil des Magnetismus nach dem Oeffnen der Kette zurück, welcher erst verschwindet, wenn der Anker entfernt wird. Je unmagnetischer das Eisen dann ist, desto kräftiger wirkt der Elektromagnet bei dem Schliessen der Kette. Weichheit des Eisens ist dazu wesentliche Bedingung.

Die Elektromagnete werden angewendet

- 1) zum Streichen von Stahlstäben zu permanenten Magneten;
- 2) zur Bewegung elektromagnetischer Maschinen (siehe Maschine elektromagnetische);
- 3) zur Ablenkung einer Magnetnadel als Galvanometer (siehe Galvanometer);
- 4) zur Construction kräftiger magnetoelektrischer Maschinen (siehe Magnetoelektrische Maschine);
- 5) zum Telegraphiren (siehe elektrische Telegraphie). D.

Elektromagnetismus. Unter Elektromagnetismus versteht man die Gesammtheit der magnetischen Erscheinungen, welche hervortreten, wenn ein irgend wie hervorgerufener elektrischer Gegensatz sich abgleicht. Den Zustand des elektrischen Leiters, welcher dieses Abgleichen vermittelt, bezeichnet man dadurch, dass man

sagt, dieser Leiter werde von einem elektrischen Strome durchflossen, den man sich von dem positiv erregten Ende nach dem negativ erregten hin gerichtet denkt. Die der Franklin'schen Theorie entlehnte Vorstellung des Stromes ist daher nichts anders als eine Bezeichnung, von welchem Ende des Leiters die positive Erregung stattfindet, von welchem die negative. Die zur Hervorbringung elektromagnetischer Erscheinungen angewendeten Elektrizitätsquellen sind:

- 1) die Berührungselektricität (und zwar in Form galvanischer Ketten und voltaischer Säulen);
- 2) die Reibungselektricität (und zwar die unverstärkte durch Verbindung des positiven und negativen Conductors und die verstärkte der Leidener Flasche und Batterie);
- 3) die Thermoelktricität (in Form der Thermokette und Thermo-säule);
- 4) die atmosphärische Elektricität;
- 5) die Elektricität der elektrischen Fische;
- 6) die Magnoelektricität in den verschiedenen Formen der Induction.

Der von dem elektrischen Strom durchflossene Leiter soll im Folgenden Schliessungsdraht genannt werden, wobei aber sich von selbst versteht, dass der in einer Unterbrechung desselben eintretende Feuerstrom ebenfalls als ein Theil des Schliessungsbogens anzusehen ist, da bei dieser Art des Abgleichens sich die nicht leitende Luft eben in einen Leiter verwandelt. Der Name Schliessungsdraht begreift also auch diesen Theil in sich.

Die magnetischen Eigenschaften des Schliessungsdrahtes können unter folgende Rubriken gebracht werden:

1) Die Wirkung auf Magnete, und zwar ist diese entweder eine richtende oder eine bewegende. Ausserdem ist diese Wirkung gegenseitig, d. h. der unbewegliche Schliessungsdraht kann bewegliche Magnete richten oder bewegen, oder der bewegliche Schliessungsdraht kann durch Magnete gerichtet oder bewegt werden. Hierzu gehören die sogenannten elektromagnetischen Rotationsapparate, bei welchen entweder der Magnet um den Leiter oder der Leiter um den Magnet rotiren. Eine besondere Unterabtheilung bildet der Fall, wo das Eisen des Magneten zugleich als Leiter des Stromes benutzt wird. Hierher gehören die Apparate, bei welchen der Magnet um sich selbst rotirt.

2) Die Wirkung des tellurischen Magnetismus auf den Schliessungsdraht. Obgleich dies nur ein besonderer Fall der vorigen Rubrik ist, so wird er doch passend von diesen unterschieden, da die Construction der Apparate zur Darstellung der hierher gehörigen Erscheinungen eigenthümliche Schwierigkeiten darbietet, die man bei gewöhnlichen Magneten in geringerem Grade zu überwinden hat.

3) Die Erregung des Magnetismus in unmagnetisirtem Eisen.

4) Die Wirkung eines Schliessungsdrahtes auf einen andern und als besonderer Fall die Wirkung einzelner Theile des Schliessungsdrahtes auf andere Theile desselben.

Die wichtige Entdeckung, dass der Schliessungsdraht einer galvanischen Säule magnetisch sei, verdankt man Oersted. Er machte sie in seiner Schrift: *experimenta circa efficaciam conflictus electrici*

in acum magneticum, 21. Juli 1820, bekannt. Die grössten Verdienste in der Aufhellung dieses anfangs sehr verwickelt scheinenden Gebietes erwarb sich Ampère, der die Wirkung zweier Ströme auf einander entdeckte und die Gesammtheit der Erscheinungen auf die Gesetze dieser Wirkungen zurückführte. Ausser Ampère ist vorzugsweise Faraday zu nennen, welcher elektromagnetische Rotationen zuerst darstellte, ferner Biot und Savart, welche nachwiesen, wie mit der Entfernung vom Schliessungsdraht seine elektromagnetische Wirkung sich ändere, Schweigger durch Entdeckung des Multiplicationsprincipes, Ohm durch Erörterung der Bedingungen, welche auf die Intensität des Stromes in dem ganzen Wege seines Kreislaufes von Einfluss sind. Die Eisen und Stahl magnetisirenden Eigenschaften des Stromes wies zuerst Arago nach, und Savary hat darin Anomalien entdeckt, deren Grundbedingungen noch nicht erörtert sind. Arago hat ausserdem den ersten elektromagnetischen Versuch mit Inductionselektricität angestellt, indem er nachwies, dass ein über einer Kupferscheibe aufgehängter Magnet dieser folgt, wenn sie in drehende Bewegung versetzt wird, da aber Arago den durch die Rotation in der Kupferscheibe entstehenden elektrischen Strom nicht nachzuweisen vermochte, so gebührt Faraday das eigentliche Verdienst dieser Entdeckung. Seebeck führte zuerst die Thermo-elektricität als Elektricitätsquelle für elektromagnetische Versuche ein, ja diese Versuche waren sogar früher die einzige Weise, den thermo-elektrischen Strom nachzuweisen. Seitdem aber chemische, physiologische und Inductionerscheinungen auch hier nachgewiesen, ist der Name Thermomagnetismus zu einseitig geworden. Die atmosphärische Elektricität hat Colladon zuerst zu elektromagnetischen Versuchen angewendet, die Elektricität der elektrischen Fische John Davy.

In Beziehung auf elektromagnetische Apparate verdankt man Ampère die Einführung schraubenförmiger Drähte, Schweigger den Multiplicator, Nobili die Verbesserung desselben durch Einführung astatischer Doppelnadeln, Ampère die astatische Nadel und den Stromwender, der sehr mannigfache Veränderungen erfahren hat, Faraday die nachher von Sturgeon, Barlow und Marsch verbesserten Rotationsapparate, de la Rive die mit dem Schliessungsdrahte beweglichen galvanischen Ketten, Ritchie die erste elektromagnetische Bewegungsmaschine, Fechner den Rotationsapparat für die Flüssigkeit in der Kette, den amerikanischen Naturforschern zuerst die Construction kräftiger Elektromagnete.

Die Stärke eines elektrischen Stromes hängt ab von der elektromotorischen Kraft, d. h. von der Intensität der Elektricität, welche der elektrische Apparat im ungeschlossenen Zustande zeigt, und von dem Leitungswiderstande, den die Elektricität bei dem Hindurchgehen durch sämmtliche Theile des geschlossenen Kreises, in welchem der Strom circulirt, erfährt. Der elektromotorischen Kraft ist die Stärke des elektrischen Stromes direct proportional, dem Leitungswiderstande umgekehrt proportional. Es giebt also ein doppeltes Mittel, die Stärke des Stromes zu steigern, einerseits durch Vermehrung der elektromotorischen Kraft, andererseits durch Verminderung des Leitungswiderstandes. In Beziehung auf galvanische und Thermo-elektricität wird die elektromotorische Kraft mit der Anzahl der

Ketten gesteigert, und im Verhältniss dieser Anzahl zugleich aber auch der Leitungswiderstand vermehrt, und zwar bei galvanischen Ketten besonders durch Einschalten flüssiger Schichten. Der Leitungswiderstand hängt aber einerseits ab von der Substanz des Leiters, da er der reciproke Werth des Leitungsvermögens der Substanz ist, andererseits von der Dimension desselben; er wird nämlich vermindert im Verhältniss der Grösse des Querschnittes, und vermehrt im Verhältniss der Länge des Leiters. Durch eine geringe Flüssigkeitsschicht von bedeutendem Querschnitt geht also so viel Elektrizität als durch einen dünnen Metalldraht von grosser Länge. Werden daher elektromagnetische Versuche mit einer galvanischen Kette angestellt, die durch einen Draht geschlossen ist, so wird die Kraft der galvanischen Kette $K = \frac{E}{c+l}$, wo E die elektromotorische Kraft

der Kette, c den Leitungswiderstand in allen Theilen derselben, den Schliessungsdraht ausgenommen, l hingegen den Leitungswiderstand dieses Drahtes bezeichnet. Je grossplattiger die Kette ist, desto geringer wird c , von desto grösserem Einfluss also eine Veränderung von l . Mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse wird man immer entscheiden können, ob man zu einer gewissen elektromagnetischen Wirkung mit einem galvanischen Element ausreicht, oder ob man dazu einer Säule bedarf. Wo von gegenseitiger Wirkung von Leitern und Magneten die Rede ist, wird die Intensität der angewendeten Magnete ein eben so zu berücksichtigendes Moment sein. Bei kräftigen Magneten kann mit geringerer Stromintensität dasselbe erreicht werden, wozu bei schwächeren grössere Stromstärke erfordert wird. Ausserdem muss, wo der Magnet nur bewegt werden soll, durch starke Härtung seines Stahls der magnetisirende Einfluss des galvanischen Stromes so unschädlich wie möglich gemacht werden. Bei Thermoketten wird man zum Schliessungsdraht stets dicken Draht wählen, und nur bei Thermosäulen durch vermehrte Windungen multipliciren. Bei Maschinenelektricität ist ein sehr langer und dünner Draht anwendbar, hier ist die vollständige Isolation nebeneinander liegender Windungen Hauptaufgabe, die nur durch überfirnisste, mit Seide besponnene Drähte erreicht werden kann.

Bei einer einfachen galvanischen Kette geht der Strom im Schliessungsdrahte von der Kupferplatte zu der Zinkplatte, in der Flüssigkeit also von der Zinkplatte zur Kupferplatte. Da nun aber eine Voltaische Säule nach dem Schema

KZF KZF KZF . . . KZ

geschichtet ist, und innerhalb derselben also ebenfalls der Strom in der Flüssigkeit von dem Zink zum Kupfer geht, so wird, wenn man das letzte Z mit dem ersten K durch den Schliessungsdraht verbindet, der Strom in diesem Schliessungsdrahte vom Zink zum Kupfer gehen. Um in dieser Bezeichnung Verwirrung zu vermeiden, ist es passend, die elektromagnetischen Erscheinungen in Beziehung auf die Richtung des Stromes so darzustellen, als wenn der Strom durch ein einfaches galvanisches Element erzeugt würde, so dass also für den Schliessungsdraht gilt:

K ———→ Z

wo der Pfeil die Richtung des Stromes im Schliessungsdraht der galvanischen Kette bezeichnet.

A. Wirkung des Schliessungsdrahtes auf einen drehbaren Magnet.

Ist der Schliessungsdraht im magnetischen Meridian ausgespannt, dieser Draht also, ehe er vom Strome durchflossen wird, der Magnetnadel parallel, so stellt sich die Magnetnadel, wenn sie astatisch gemacht ist, d. h. nicht mehr durch die richtende Kraft der Erde afficirt wird, senkrecht auf den Strom, und zwar wenn sich die Nadel zwischen dem Beobachter und dem Schliessungsdrahte befindet, stets nach dem Schema:

$$\begin{array}{ccc} & Z & \\ S & & N \\ & K & \end{array}$$

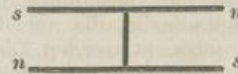
d. h. geht der horizontale Strom von Süd nach Nord im magnetischen Meridian, so weist eine

über dem Strome stehende Nadel mit ihrem Nordende nach Ost,
 unter - - - - - West,
 auf der Ostseite
 neben - - - - - unten,
 auf der Westseite
 neben - - - - - oben,

so dass also, wenn man in der Richtung des elektrischen Stromes diesem entlang sieht, die Stellung der Magnetnadel zu den vier Seiten desselben folgende ist:



Verbindet man daher zwei Magnetnadeln so, dass sie einander parallel sind, aber nach entgegengesetzten Richtungen ihre Pole kehren,



so wird eine solche Nobilische astatische Doppelnadel von einem zwischen den beiden Nadeln hindurchfliessenden Strome in Beziehung auf die obere und untere Nadel gleich gerichtet werden. Ebenso folgt umgekehrt, dass eine einfache Nadel von einem Strome, der über sie hin von Süd nach Nord fließt, ebenso gerichtet wird als von einem Strome, der unter ihr von Nord nach Süd strömt. Dies erhält man aber dadurch, dass man denselben Draht zuerst über der Nadel von Süd nach Nord führt, dann unter der Nadel von Nord nach Süd zurück. Auf der Combination dieser beiden Principe beruht die Construction des Galvanometers mit Doppelnadel, bei welchem die obere, über den Drahtwindungen befindliche Nadel zugleich als Zeiger dient für die innere, zwischen den Windungen befindliche (siehe Galvanometer).

Ferner ist ersichtlich, dass ein kreisförmiger Strom in allen seinen Punkten eine in seiner Ebene befindliche Magnetnadel, deren

Mitte im Mittelpunkte des Kreises sich befinden mag, gleich richtet
Daraus folgt:

1) ein wie der Zeiger einer Uhr fließender Strom wirkt wie ein
Südpol;

2) ein entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers fließen-
der Strom wie ein Nordpol; da aber ein von der Vorderseite gese-
hener, wie ein Uhrzeiger fließender Strom von der Rückseite gese-
hen entgegengesetzt fließt, so folgt:

3) statt eines geradlinigen Magnetes kann für alle hier zu beob-
achtenden Wirkungen stets ein kreisförmiger elektrischer Strom sub-
stituiert werden, dessen Ebene lothrecht auf der Ebene des Magne-
ten steht.

Hier bietet sich nun ein doppeltes Mittel für eine gesteigerte Wir-
kung dar. Der durch einen kreisförmigen Strom hervorgebrachten Wir-
kung kann nämlich die eines zweiten, parallel fließenden, kreisförmigen
Stromes hinzugefügt werden, und zwar kann der hinzugefügte
Strom mit dem ersten concentrisch in einer Ebene liegen, wo beide
Ströme verschiedenen Durchmesser haben, oder der zweite Strom
kann mit dem ersten von gleichem Umfange sein, und sich mit ihm
auf der Oberfläche eines geraden Cylinders befinden. Will man eine
Elektricitätsquelle zur Hervorbringung beider Ströme benutzen, so
müssen beide Kreise metallisch mit einander verbunden werden, und
zwar so, dass derselbe Strom zuerst den einen Kreis, und dann den
andern durchlaufe. Die Combination der in einer Ebene befindlichen
concentrischen Kreise führt zu der ebenen Spirale, die von einer
Seite angesehen, daher rechts gewunden ist, von der andern Seite
betrachtet, links gewunden; die Verbindung gleich grosser Kreise,
die auf einer Cylinderfläche hintereinander liegen, zu der cylindri-
schen Spirale, die entweder rechts gewunden, oder links gewun-
den ist. Für die Bezeichnung rechtsgewunden gebraucht man pas-
send die: schraubenrechts, um anzudeuten, dass eine solche Spi-
rale wie ein Pfropfenzieher läuft. Uebrigens können beide Verstär-
kungsprincipe verbunden werden, indem man z. B. einen zu magne-
tisirenden Eisenstab mit mehreren Drahtlagen hintereinander und über-
einander umgiebt. Es ist dabei gleichgültig, ob man so wickelt, dass
der Strom nacheinander parallele, ebene Spiralen durchläuft, die über-
einander liegen, oder nacheinander cylindrische Spiralen, die neben-
einander eine gemeinsame Achse umgeben.

Aus den oben auseinandergesetzten Stellungen der Magnetnadel
in Beziehung auf den Strom folgt:

1) eine in der Achse einer rechtsgewundenen Spirale befindliche
Magnetnadel stellt sich so, dass ihr Nordende dorthin weist, wo der
Strom austritt;

2) eine in der Achse einer linksgewundenen Spirale befindliche
Magnetnadel stellt sich so, dass ihr Nordende dahin weist, wo der
Strom eintritt;

3) tritt in einer ebenen Spirale der Strom in der Mitte ein, so
weisen über der rechtsgewundenen Seite derselben befindliche, also
der Ebene der Spirale parallele Magnetnadeln, mit ihren Nordenden
nach dem Mittelpunkte, mit ihren Südenden nach dem Umfange. Auf
der linksgewundenen Seite der Spirale findet das Umgekehrte statt,

hier sind die Nordenden nach Aussen, die Südenden nach Innen gekehrt.

Bei alle diesen Versuchen bedient man sich zur bessern Darstellung des Einflusses der Umkehrung der Erscheinung besonderer Apparate, die unter dem Artikel Stromwender, Gyrotrope, näher beschrieben werden.

B. Wirkung des Schliessungsdrahtes auf einen Magnet, welcher als Ganzes bewegt werden kann.

Hat eine um ihren Mittelpunkt drehbare Magnetnadel, welche sich über dem von Süden nach Norden fliessenden horizontalen Strome befindet, sich rechtwinklig auf denselben gestellt, also mit ihrem Nordende auf die Ostseite, mit ihrem Südende auf die Westseite, so würde dieses Nordende, wenn es sich an einer nach unten drehbaren Magnetnadel befände, sich nach unten bewegen, ebenso das Südende auf der Westseite. An den beiden Enden der von West nach Ost gerichteten Nadel findet demnach ein Zug nach unten statt, und es ist klar, dass diese Nadel daher einen stärkeren Druck auf ihre Unterstützung äussern wird. Hängt sie daher, statt auf einer Spitze balancirt zu sein, an dem Arm einer Wage, so wird sie in dieser Stellung den Arm derselben herabziehen. Im Allgemeinen also folgt:

Denkt man sich in einer auf der Richtung des Stromes senkrechten Ebene eine Nadel so gestellt, als sie, um ihren festen Mittelpunkt beweglich, durch den Strom gerichtet werden würde, so wird dieser Mittelpunkt nach dem Strom hin sich bewegen, wenn er frei ist. Hingegen findet Repulsion statt, wenn die Nadel die entgegengesetzte Lage hat in dem Moment, wo der Strom beginnt. Dass ein kreisförmiger Strom und die Combination mehrerer zu einer ebenen oder cylindrischen Spirale auf einen über seiner Ebene befindlichen Magnetpol Anziehung oder Abstossung äussert, folgt eben so unmittelbar. Ein wie ein Uhrzeiger fliessender Strom zieht einen Nordpol an und repellirt einen Südpol, ein entgegengesetzt fliessender zieht diesen an und repellirt jenen. Bewegt sich auf diese Weise ein Nord- oder Südpol in der Achse einer cylindrischen Spirale, so wirken die Windungen, welche der Pol bereits durchlaufen hat, entgegengesetzt denen, welche er noch zu durchlaufen hat, die Gleichgewichtslage des hineingezogenen Magneten ist daher in der Mitte der Spirale.

Uebrigens versteht sich von selbst, dass alle hier auseinander gesetzten Erscheinungen unter A. und B. auch in der Weise gelten, dass dieselbe Enderscheinung erhalten wird, wenn der Magnet fest und der Schliessungsdraht beweglich ist. Die richtende Kraft, welche ein Magnet auf einen beweglichen Schliessungsdraht äussert, zeigt man am bequemsten durch das Barlowsche Pendel und Barlowsche Rad (siehe diese Artikel). Hierher gehört ferner die Aufhängung kreisförmig geschlossener Drähte, die durch den Magnetismus der Erde gerichtet werden, welche Richtungen nach de la Rive's Angabe bequem durch schwimmende galvanische Ketten erhalten werden können, an denen sich eben so leicht zeigen lässt, dass ein kreisförmiger Strom auf einem geradlinigen Magneten sich nach dem Indifferenzpunkt desselben bewegt. Da endlich die Richtungen, welche eine drehbare Magnetnadel durch die Einwirkung des Stromes annimmt,

als Aeusserungen eines Bestrebens dieser Nadel angesehen werden können, mit der Nordhälfte in einem Sinne den Strom zu umkreisen, mit der Südhälfte im entgegengesetzten, so kann diese Rotation erhalten werden, wenn der Magnet sich mit seiner Nordhälfte allein über dem Strome befindet, oder mit der Südhälfte.

Die hierzu (unt. d. Art. Rotationsapparate, elektromagnetische) beschriebenen Vorrichtungen zerfallen in zwei Hauptklassen, nämlich die Bewegung des Leiters um den Magnet, und des Magnetes um den Leiter darzustellen. Eine besondere Abtheilung bildet der Fall, wo das Metall des Magneten zugleich den Weg für den Strom abgibt, und der Magnet daher um seine eigene Achse rotirt. Alle elektromagnetischen Bewegungsapparate und Rotationsapparate können umgekehrt als magnetoelektrische gebraucht werden, wenn man die im ersten Fall entstehende Drehung oder Rotation mechanisch hervorbringt, und den Draht mit Weglassung der galvanischen Kette in sich schliesst. Barlowsches Rad und Aragosche Rotationsscheibe, Ritchiesche elektromagnetische Maschine und Saxtons magnetoelektrische, elektrodynamische Spirale und magnetoelektrischer Inductor sind unter verschiedenen Namen in der That dieselben Apparate. Alle für die elektromagnetischen Erscheinungen gegebenen Regeln finden daher in der Magnetoelektricität unmittelbar ihre Anwendung, wenn man sich merkt, dass die durch einen elektrischen Strom hervorgebrachte Wirkung, auf mechanischem Wege erzeugt, einen elektrischen Strom bedingt, der entgegengesetzt dem ist, welcher selbst wirkend jene Bewegung erzeugt hätte. Magnetisiren des Eisens kann natürlich immer auf bewegten Magnetismus zurückgeführt werden.

C. Magnetisiren des Eisens durch den Schliessungsdraht.

Substituirt man statt der durch den Strom senkrecht auf denselben gerichteten Magnetnadel eine Stange weichen Eisens, so ist der in derselben erregte Magnetismus in derselben Weise vertheilt, als der permanente Magnetismus in der gerichteten Nadel. Bei dem Aufhören des Stromes verschwindet dieser erregte Magnetismus wieder, wenn das Eisen weich, bleibt hingegen im Stahl oder Nickel wenigstens theilweise. Aus dem früher Auseinandergesetzten folgt:

1) Eisenfeile auf eine Papierlage gestreut, welche den Schliessungsdraht bedeckt, legen sich senkrecht auf diesen Draht;

2) geht der Draht senkrecht durch eine Eisenscheibe, so umgeben darauf gestreute Eisenfeile den Draht in concentrischen Kreisen;

3) in einer rechtsgewundenen Spirale ist das Ende des Eisenkerns, wo der Strom eintritt, ein Südpol, wo er austritt, ein Nordpol;

4) in einer linksgewundenen Spirale ist das Ende am Eintritt des Stromes ein Nordpol, am Austritt ein Südpol;

5) eine zuerst rechts dann links gewundene Spirale bildet einen dreipoligen Magneten, SNS, eine zuerst links dann rechts gewundene Spirale hingegen NSN;

6) eine von zwei gleich gewickelten Spiralen, die, da sie an ihren Enden verbunden sind, von demselben Strome in entgegengesetzten Richtungen durchflossen werden, umgebener Stab bleibt unmagnetisch.

Alle hier angegebenen Regeln gelten in gleicher Weise für das Magnetisiren des Stahls durch Reibungselektricität. Die Circumpola-

rität einer Stahlscheibe (analog 2) tritt, wenn dieselbe auf den Draht einer kräftigen Leidener Flasche aufgesteckt war, hervor, wenn ein Sector ausgeschnitten wird nach Versuchen von van Beek und Erman. Hingegen zeigen sich nach Savary's Versuchen Anomalien in Beziehung auf die hervortretende Polarität der Stahlnadeln, welche vermieden werden, wenn man mit constanten Ladungen auf starke Stahlnadeln wirkt. Durch Verzögerung des Stromes der sich entladenden Flasche vermittelt eines nassen Fadens soll weiches Eisen ebenfalls magnetisirt werden, so wie auch Magnetnadeln dadurch wirklich abgelenkt werden, wie Colladon gezeigt hat. Dass auch ohne ein Verzögerungsmittel im weichen Eisen Magnetismus durch Reibungselektricität erregt werde, geht indirect daraus hervor, dass eine Spirale mit eisernen Drahtbündeln einen stärkeren secundären Strom inducirt als eine leere, wenn beide nämlich durch denselben Strom einer Leidener Flasche durchlaufen werden.

7) Hohle Eisenkerne werden durch sie unwickelnde Spiralen stark magnetisirt, durch Spiralen in ihrem Innern fast gar nicht.

Diese letztere Erscheinung hängt damit zusammen, dass ein geschlossener Strom auf einen ausserhalb seines Umfanges in seiner Ebene befindlichen Magnet sehr schwach wirkt, da der Strom im convexen Theile desselben entgegengesetzt in Beziehung auf den Magnet fliesst als im concaven. Nach Biot's und Savart's Versuchen nimmt die Wirkung eines unbegrenzt gedachten Drahtes auf die Magnetnadel aber im einfachen Verhältniss der Entfernung ab. Da nun innerhalb des vom Strom umflossenen Raumes alle Punkte des Umfanges in gleichem Sinne wirken, so erklärt sich für alle elektromagnetischen Erscheinungen leicht, warum überhaupt die Wirkung innerhalb so viel bedeutender als die nach aussen, wo nur die Differenz zweier Ströme wirkt. Auch folgt daraus, warum ein dicht zusammengelegter Draht, der in sich zurückgebogen ist, wirkungslos ist, weil dann für entferntere Punkte der Abstand der beiden entgegengesetzten Ströme als gleich angesehen werden kann. Solcher zusammengelegter Drähte bedient man sich daher nur bei elektromagnetischen Versuchen, den Strom hin und zurück zu leiten an den Stellen, wo er wirkungslos sein soll. Neuerdings ist von Gauss bei Eisenstäben die bifilare Aufhängung an metallenen Fäden angewendet worden als Brücke für den hin- und zurückgeleiteten Strom. Bei magnetoelektrischen Versuchen bedient man sich dieses Zusammenlegens entgegengesetzt fliessender Ströme ebenfalls, um die inducirende Wirkung zu vermeiden, welche einzelne spiralförmige Drahtwindungen aufeinander ausüben. Da es nun häufig wünschenswerth ist, zu untersuchen, was bei einem bestimmten Versuch dieser Wirkung zuzuschreiben sei, ein langer Draht aber gerade auszuspannen sehr unbequem ist, so biegt man denselben in Form von Nstrichen hin und her, wo die entgegengesetzten Ströme sich dann aufheben, ein sehr langer Draht aber in einen sehr kleinen Raum gebracht werden kann.

Ein ähnliches Princip der Aufhebung ist in Beziehung auf die richtende Kraft des Erdmagnetismus durch die sogenannten astatischen Drähte gegeben, die in Form einer 8 verschlungen und beweglich aufgehängt, in der obern und untern Windung nach entgegengesetzten Richtungen sich zu drehen suchen.

D. Wirkung des Schliessungsdrahtes auf einen andern.

Diese von Ampère entdeckten Erscheinungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Zwei parallele Ströme ziehen einander an, wenn sie nach gleicher Richtung fließen, und stossen einander ab, wenn sie nach entgegengesetzter fließen.

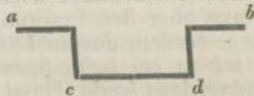
2) Zwei einen Winkel miteinander bildende geradlinige Ströme ziehen einander an, wenn sie beide nach der Spitze des Winkels, oder beide von dieser ab fließen, hingegen stossen sie einander ab, wenn der eine nach der Spitze hin, der andere von ihr abfließt.

3) Zwei einander schneidende Ströme stellen sich zuletzt parallel, so dass sie nach gleichen Richtungen fließen.

4) Die aufeinander folgenden Theile eines Stromes stossen einander ab.

5) Die Wirkung krummliniger Ströme ist eben so gross als die geradliniger, deren allgemeine Richtung und Länge dieselbe ist.

Den ersten Satz beweist man am einfachsten durch zwei in Form



gebogene und neben einander gehängte Drähte, die bei *ab* drehbar, bei *cd* sich anziehen oder abstossen. Auch folgt daraus, dass ein spiralförmiger Draht, der von einem elektrischen Strome durchflossen wird, sich zusammenzieht, da alle Windungen von gleich gerichteten Strömen durchflossen werden. Für die folgenden Sätze finden sich die Apparate in dem Artikel Rotation, elektromagnetische, und Elektrodynamik.

In Beziehung auf die Theorie dieser Erscheinungen und die Zurückführung sämtlicher magnetischer Erscheinungen überhaupt auf das gegenseitige Verhalten elektrischer Ströme muss verwiesen werden auf Ampère: *théorie des phénomènes électro-dynamiques uniquement déduite de l'expérience*. Paris 1826. 4. 226. S. Ueberhaupt sind in Beziehung auf die Litteratur dieses Gegenstandes zu nennen:

Ampère, *recueil d'observations électro-dynamiques contenant divers mémoires, notices, extraits de lettres ou d'ouvrages périodiques sur les sciences, relatifs à l'action mutuelle de deux courants électriques, à celle qui existe entre un courant électrique et un aimant ou le globe terrestre, et à celle de deux aimans l'un sur l'autre*. Paris 1822. 8. 360.

Nobili, *Questioni sul magnetismo*. Modena 1838. 8. 181. S.

Nobili, *Mem. et osservaz. edite ed inedite*. Firenze 1834. 2 vol. 8.

Demondferrand, *manuel d'électricité dynamique*. Paris 1823. Uebers. von Fechner. 1824. 8.

Ampère, *exposé méthodique des phénomènes électrodynamiques et des lois de ces phénomènes*. Paris 1824.

Becquerel, *Traité de l'électricité et du magnetisme*. 5 vol.

Roget, *Electromagnetism*. (Penny Magazine.) 8. (Mit sehr vielen Abbildungen, überhaupt sehr zu empfehlen.)

Barlow, *Electromagnetism*. (Encyclopaedia Metropolitana.) 4.

Watkins, a popular sketch of electro-magnetism, or electro-dynamics with outlines of electricity and magnetism. 8. London 1832.

Pfaff, der Elektromagnetismus, eine historisch kritische Darstellung der bisherigen Entdeckungen auf dem Gebiete desselben, nebst eigenthümlichen Versuchen. Hamburg 1824.

Fechner, Elementarlehrbuch des Elektromagnetismus, nebst Beschreibung d. hauptsächlichsten elektro-magnet. Apparate. 1830. 8.

Pohl, der Elektromagnetismus, theoretisch-practisch dargestellt. Berlin 1830.

Einzelnes siehe Sturgeon, the Annals of Electricity, Magnetism and Chemistry. Seit 1837 6 vol. D.

Elektrometeore. Man versteht darunter die Gesamtheit der elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre, d. h. die Elektrizität bei heiterm Himmel, die Gewitterformation in ihrem ganzen Verlaufe, wozu der Hagel als eine besondere Modification gerechnet wird, das Elmsfeuer und die Tromben zu Wasser und zu Lande.

Nachdem Franklin erwiesen hatte, dass im Gewitter Elektrizität thätig sei, ist die Frage über den Ursprung der atmosphärischen Elektrizität ein Problem geworden, dessen Lösung Viele versucht haben. Volta's Ansicht schien am befriedigendsten durch ihre Einfachheit. So wie eine verdampfende Flüssigkeit ihrer Umgebung fortwährend Wärme entzieht, welche wieder erscheint, wenn die elastischen Dämpfe von Neuem tropfbar werden, so nahm Volta an, dass im Sinne der Franklinschen Theorie die Capacität des Wasserdampfes für Elektrizität grösser sei als des tropfbaren Wassers. Daraus folgte also, dass bei der Verdampfung das isolirte Gefäss, auf welchem die Verdampfung eingeleitet wird, negativ elektrisirt werden muss, weil ihm die Elektrizität entzogen wird, welche die Dämpfe zu ihrer Bildung bedürfen. Werden diese Dämpfe in höhern Gegenden der Atmosphäre wieder tropfbar, d. h. bilden sie Wolken, so muss nothwendig die vorher gebundene Elektrizität als eine freie positive erscheinen, wodurch es erklärlich werde, dass besonders in der Höhe der Atmosphäre starke positive Elektrizität fast zu allen Zeiten sich finde. Wirklich gelang auch im Jahre 1787 Bennet der Versuch, dass, indem er Wasser auf glühende Kohlen spritzte, er an einem die entwickelnden Dämpfe auffangenden Trichter starke positive Elektrizität wahrnahm. Diese Versuche wurden von Volta (meteorologische Briefe p. 144.) mannigfach modificirt, um die durch Reibung möglicher Weise entstehende Elektrizität zu eliminiren, und auf andere Flüssigkeiten ausgedehnt, um den Satz allgemein zu erweisen, dass eine Veränderung des Aggregatzustandes jene elektrischen Erscheinungen bedinge. Saussure fand aber (voyages ch. 28.) dass, wenn das Wasser nicht kochte, keine Spur von Elektrizität sich zeigte, auch erhielt Volta nur bei 65° R. die letzten schwachen Spuren von Elektrizität. Ausserdem bemerkte Saussure, dass, wenn Wasser auf einem irdenen glühenden Körper und den meisten Metallen verdampfte, immer der Apparat schwach negativ elektrisch wurde, hingegen Eisen und Kupfer positiv. So einfach daher auch Volta die bei plötzlicher Wolkenbildung hervortretende Elektrizität erklärt, so fehlt doch bei der Verdampfung bei den niedrigen Temperaturen der At-

mosphäre die Parallele mit jenen Versuchen. Wasser, durch glühende Kugeln in einem metallenen Gefässe erhitzt, gab nach Erman (Abb. der Berliner Akad. 1819) an eine darüber gehaltene hohle Kugel keine Elektrizität. Auch zeigte eine flache Metallschüssel bei langsamer Verdampfung eben so wie eine aphlogistische Lampe, auf einem empfindlichen Condensator keine Elektrizität. Dass ein bei 90° sein Ventil aufschlagender Dampfkessel sie noch nicht erregte, hat hingegen seine Beweiskraft verloren, seitdem im October 1840 zu Seghill bei Newcastle ein Arbeiter von dem aus einer Dampfmaschine ausströmenden Dampfe einen heftigen Schlag erhielt. Diese von Armstrong und Pattinson (Pogg. Ann. Lll. p. 328.), Segquier, Tassin, Schafhäütl und Pfaff bestätigten Versuche lassen darüber keinen Zweifel, dass bei plötzlich ausströmendem Dampfe eine kräftige Elektrizität hervortrete, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass nach Pouillet eine chemisch reine Flüssigkeit, in Dampfform übergehend, überhaupt keine Elektrizität zeigt, hingegen schwache und concentrirte Auflösungen fester Alkalien im Wasser negativen Wasserdampf geben, Auflösungen von Säuren und Salzen hingegen bei der Trennung positiven Dampf aufsteigen lassen. Hiernach wäre in der Verdampfung des Meerwassers eine reiche Quelle der atmosphärischen Elektrizität gegeben.

Einen weiteren Grund der atmosphärischen Elektrizität sucht Pouillet in der Vegetation. Mit dem Brunnen-, Quell- und Regenwasser saugt die Pflanze Kohlensäure ein, welche in der Nacht mit dem verdunstenden Wasser der Atmosphäre unverändert zurückgegeben wird. Bei Anwesenheit des Lichtes wird aber der Kohlenstoff fixirt, da die Blätter und grünen Theile der Pflanze kohlen-saures Gas einsaugen, und ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff aushauchen, wie Priestley, Sennebier und Th. Saussure gezeigt haben. Nun ist die von einem oben brennenden Kohlen-cylinder aufsteigende Kohlensäure positiv, während der Cylinder selbst negativ wird, an dessen Wänden daher das Gas aufsteigend seine positive Elektrizität mit der negativen des Cylinders neutralisiren kann. Ebenso giebt bei Flammen von Alkohol, Aether, Wachs, Oelen, Wasserstoff der Sauerstoff um die Flamme positive Elektrizität, der brennende Körper innerhalb derselben negative. Aus diesem Grunde geben keimende Pflanzen am Condensator negative Elektrizität, die von den Pflanzen entwickelten Gase werden daher positiv.

Die Beobachtung von Tralles, dass die verstäubenden Wassertropfen eines Wasserfalles negativ elektrisch sind, sehen viele als Grund an für die während des Regens häufig hervortretende negative Elektrizität. Diese negative Elektrizität tritt nicht nur unter Wasserfällen, sondern auch über Wasserstrudeln in Gebirgsbächen hervor. Belli hat dagegen (bibl. univ. 6. 149.) die Ansicht ausgesprochen, dass die Elektrizität der Wasserfälle von der atmosphärischen Elektrizität durch Vertheilung erregt werde.

Erman sieht die atmosphärische Elektrizität als ein Vertheilungsphänomen an. Ein Goldblattelektrometer mit einer Zuleitungsspitze von 3 Fuss Länge im freien Felde plötzlich erhöht, giebt eine starke positive Divergenz, dem Boden genähert negative, während an einer feststehenden isolirten längern Ableitungsspitze keine Spur von Elek-

tricität nachzuweisen ist. Auch giebt horizontale Bewegung in gleichbleibender Entfernung vom Boden keine Elektrizität. Die Versuche gelingen ebenso, wenn auf die Spitze eine Kugel aufgeschraubt, oder der Leitungsdraht ganz mit einer Glasröhre bedeckt ist, sind also nicht Folge der Einsaugung. Jeder Baum, jeder hervorragende Gegenstand ist als eine Verlängerung des Bodens anzusehen. Nähert man sich ihm, so geht das Elektrometer negativ auseinander. Unter einem Dache, wo man demnach Boden über und unter sich hat, zeigt sich keine Spur von Elektrizität. Alle Phänomene sind gerade entgegengesetzt, wenn eine Wolke über das Zenith zieht, oder Regen und Schnee herabfällt. Das dem Boden genäherte Elektrometer zeigt $+E$, das erhobene $-E$. Die sich herabsenkenden Wolken, der eben fallende Regen oder Schnee wirkt daher auf die senkrechten Leiter so, wie der nahe Baum durch Vertheilung.

Die Ansicht älterer Physiker, dass die in der Gewitterwolke hervortretende Elektrizität durch Reiben derselben aneinander entstehe, wie Poncelet glaubte, ist wohl allgemein aufgegeben worden.

Elektrizität bei heiterm Himmel.

Nach den Versuchen von Saussure und Schübler ist bei heiterm Himmel an einem frei aufgestellten Elektrometer mit Aufgangspitze, oder einem brennenden Schwamm an seiner Spitze, der eine aufsteigende Rauchsäule veranlasst, stets positive Elektrizität. Bei Sonnenaufgang schwach, wächst sie langsam mit höher steigender Sonne bis 6 oder 7 Uhr, im Frühling oder Herbst bis 8 oder 9, im Winter bis 10 oder 12 Uhr. Das Maximum der Spannung tritt ein, wenn die höhere Luft dunstig geworden. Nun vermindert sich die Elektrizität schnell, ist schon um 2 Uhr schwach, und nimmt ab bis einige Stunden vor Sonnenuntergang, im Sommer bis 4, 5, 6 Uhr, im Winter bis 3 Uhr. Sie steigt dann wieder, besonders merklich bei Sonnenuntergang, und erreicht 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden nachher ein zweites Maximum, wenn der Abendthau zu fallen beginnt. Das Sinken dauert die Nacht hindurch. Ausserdem ist die elektrische Spannung in den höheren Schichten der Atmosphäre bedeutender als in den untern, im Winter stärker als im Sommer.

Bei Nebeln soll nach Saussure und Schübler die Elektrizität stark sein, und zwar positiv, welche Thatsache Kämtz bezweifelt (Vorles. üb. Meteor. 400.). Nach Schübler und Hemmer ist bei Niederschlägen mit Nordwinden die positive Elektrizität verhältnissmässig grösser als bei den mit Südwinden, im Ganzen also die positive überwiegend.

Die kräftigsten elektrischen Wirkungen erhält man von langen, in einiger Höhe über dem Boden ausgespannten Drähten oder elektrischen Drachen. Diese von Beccaria angestellten Versuche sind von Wiekes (Sturgeon Annals of Electr. 6. 89.) wiederholt worden. Bei einem von Henry im Jahre 1836 an einem Draht von einer englischen Meile Länge gehaltenen Drachen gaben $\frac{1}{4}$ Zoll lange Funken eine Erschütterung durch 15 Personen hindurch (Sturgeon Ann. of Electr. 4. 306.). Die Versuche von Andrew Crosse finden sich in Singer's Elemente der Elektrizität p. 172. beschrieben, die mit elektrischen Drachen von Cavallo in seiner vollständigen Abhandlung der Elektrizität 1. 327., die von Sturgeon Lond. and Edinb. Phil. Mag. 5. 418.

Um die Elektricität höherer Schichten zu finden, bediente sich Saussure einer durch einen 50—60' langen Draht am Elektrometer befindlichen Bleikugel, die in die Höhe geschleudert wurde, Becquerel und Breschet (*Traité de l'électricité* 4. 110.) eines ebenso abgeschossenen Pfeiles.

Nach Peltier: *Observations sur les trombes*. 89., sind die Wolken auf zweierlei Art elektrisch, molekular und peripherisch. Im ersten Falle umgibt die Elektricität die einzelnen Bläschen, im letzteren begiebt sie sich bei dem Aneinanderreihen derselben auf die Oberfläche. Das durch Entladung von der peripherischen Elektricität verloren Gehende wird durch die molekulare wieder ersetzt. Ausser den sichtbaren elektrischen Wolken giebt es nach Peltier noch unsichtbare aus nicht niedergeschlagenem Wasserdampf.

Bei der grossen Unsicherheit darüber, was man eigentlich an atmosphärischen Elektrometern beobachtet, ob die wirkliche Elektricität atmosphärischer Luft, oder eine vielleicht selbst durch den Apparat entstehende, scheinen alle auf die Elektricität als Ursache gedeuteten elektrischen Theorien, wie sie von Bertholion de St. Lazare und Andern aufgestellt worden sind, höchst gewagt. Ueberhaupt scheint die hervortretende Elektricität stets eher ein Symptom eines bereits eingeleiteten atmosphärischen Processes, als die Ursache desselben zu sein.

Ueber die einzelnen Notizen siehe Blitz, Donner, St. Elmsfeuer, Gewitter, Hagel, Trombe, Wasserhose. D.

Elektrometer. Die zuerst angewendeten Elektrometer (Instrumente zur Messung der Elektricitätsstärke) waren mit Gradtheilungen versehene Elektroskope. Zu den ältesten gehört das 1772 von Henly construirte Quadrant-Elektrometer. Eine Säule *ab* aus Buchsbaum, die oben in einer Kugel endigt, trägt einen elfenbeinernen getheilten Halbkreis *d*, in dessen Centrum an einem Messingblech *e*, der Zeiger *ce*, ein feiner Draht mit einer Korkkugel *e*, hängt. Der Bogen, um welchen *e* von der Säule bei der Näherung des elektrischen Körpers abgestossen wird, dient als Maass der Stärke seiner Elektricität. Mängel dieser Einrichtung sind: dass das Verhältniss des Abstossungswinkels zur Elektricitätsstärke schwer zu bestimmen ist,

dass die Reibung bei *e* störend einwirkt, und dass eine von der Scheibe *c* ausgehende seitliche Repulsion die Bewegung unregelmässig macht.

Erwähnenswerth ist ferner das von Volta zu einem Metron erhobene Strohalm-Elektroskop. Er wählte hierzu die Flasche vierseitig, versah die eine Wand derselben mit einer Papierscale, und suchte durch genaue Bestimmung der Länge und Dicke der Halmchen Uebereinstimmung zwischen verschiedenen Instrumenten dieser Art hervorzubringen. Vorzugsweise durch Abänderung der Halmchenlänge fertigte er eine Reihe solcher Elektrometer, deren jedes eine Divergenz von 5° zeigte, wenn das vorhergehende um 1° divergirte. Daran schloss er für stärkere Elektricität eine Reihe Henly'scher Elektrometer, deren Zeiger er zwischen zwei Halbkreisen spielen liess,

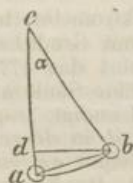


um die Lateralrepulsion unwirksam zu machen. Als Maass nahm er die Grade eines Quadrant-Elektrometers, dessen Kugel er so gross nahm, dass es 45° zeigte bei derjenigen Elektrizität, die eben hinreichte, dass eine an einem empfindlichen Wagebalken befindliche Messingscheibe von vorgeschriebener Grösse, die 2'' über einer mit dem Erdboden in Verbindung stehenden Platte hing, von dieser stark genug angezogen wurde, um eben einem Gegengewicht von 12 Gr. das Gleichgewicht zu halten.

Doch stimmten die Quadrant-Elektrometer mit den Strohhalm-Elektrometern nur zwischen 15° und 35° vollkommen überein, und es bleiben diese und ähnliche Instrumente, insofern der Werth der Scalentheile von der schwer in Rechnung zu bringenden Elektrizitätsvertheilung in den leitenden Bestandtheilen, so wie von der Grösse der Divergenz abhängt, nur für die Bestimmung des allgemeinen Verhaltens zweier elektrischen Spannungen brauchbar.

Der Hauptzweck der Elektrometer war die Prüfung des Coulomb'schen Gesetzes, dass die elektrischen Anziehungen und Abstossungen im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung stehen.

Für die Ableitung dieses Gesetzes aus der Divergenz in elektroskopischen Instrumenten verdient wohl dasjenige Instrument die meiste Beachtung, in welchem der leitende Bestandtheil dünne Metallkugeln sind (weil Korkkugeln hygroskopisch und von veränderlichem Gewicht sind), in deren Centrum man bei grösseren Divergenzen den



Mittelpunkt der elektrischen Aktion annehmen kann, und die an isolirenden Fäden aufgehängt sind. Ist nämlich die eine Kugel *a* fest, die andere *b* von derselben um den Winkel α abgestossen, und *p* das Gewicht der letzteren, so ist der von der Spannung des Fadens unaufgehobene (nach der Tangente in *b* wirkende) Theil der Kraft, mit welcher die Schwere auf *b* wirkende, $p \sin \alpha$. Ist nun das Coulomb'sche Gesetz richtig, so ist die abstossende Kraft verkehrt proportional mit $a b^2 = 4 \sin^2 \frac{1}{2} \alpha$, und der nach der Tangente an *b* wirkende Theil derselben, wenn *a* die Stärke der Elektrizität ist,

$$\frac{a \cos \frac{1}{2} \alpha}{4 \sin^2 \frac{1}{2} \alpha},$$

welchem durch die Kraft $p \sin \alpha$ das Gleichgewicht gehalten wird; es muss also

$$a = \frac{4p \sin^2 \frac{1}{2} \alpha \sin \alpha}{\cos \frac{1}{2} \alpha} = 8p \sin^3 \frac{1}{2} \alpha$$

sein, so dass die Elektrizitätsstärke im Verhältniss der 3ten Potenz des Sinus des halben Ablenkungswinkels steht. Die Richtigkeit dieses Verhältnisses ist von Mahon auf diesem Wege bestätigt gefunden.

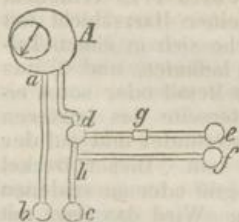
Das eben gefundene Gesetz lässt sich zur Construction der Scale benutzen. Man hat nämlich nur die Scalentheile e, e_1, e_2, \dots aus der Proportion

$$\sin^3 \frac{1}{2} e : \sin^3 \frac{1}{2} (e + e_1) : \sin^3 \frac{1}{2} (e + e_1 + e_2) : \dots = 1 : 2 : 3 \dots$$

zu bestimmen.

Zu den vorzüglichsten der nach anderen Principien construirten Elektrometer, welche zur Prüfung des Coulomb'schen Gesetzes benutzt worden sind, gehört die Coulomb'sche Drehwage (s. Artikel Drehwage), und die von Simon und Egen angewendete Vorrichtung, welche aus einem zarten horizontalen Wagebalken aus Glas oder Gummilack besteht, an dessen einem Ende eine leitende Kugel sich befindet, die von einer dicht darüber befindlichen ähnlichen elektrisirten Kugel abgestossen wird. Sehr feine Gewichte am anderen Ende des Wagebalkens lassen alsdann auf die Stärke der Abstossung für verschiedene Ablenkungswinkel schliessen. Das Nähere hierüber, wie über die Einrichtung und den Werth der sonst vorgeschlagenen und benutzten Elektrometer sehe man Egen (Pogg. Ann. V.), Kämtz (dissertatio de legibus repulsionum electr. Haalae 1823), Neues Gehler'sches Wörterb. III. p. 680.

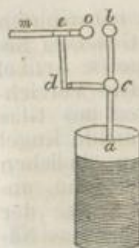
Zur Messung der Ladung von Flaschen dienen unter andern das von Brook erfundene sogenannte Adam'sche Elektrometer, dessen Einrichtung folgende ist:



Ein Pendel *ab* von hohlem Messingblech mit einer Messingkugel *b* hängt neben einer festen Kugel *c* herab, und ist an seinem oberen Ende mit der Axe eines Zahnrades verbunden, welches einen an einem Getriebe befestigten Zeiger bewegt. Durch den Stand dieses Zeigers auf einer getheilten Scheibe *A* wird dann die Divergenz der Kugeln *b* und *c* gemessen. Beim Gebrauch wird die Kugel *c* mittelst eines Ansatzes auf den Knopf *c* der Flasche gesteckt.

Gleichzeitig lässt sich die Stärke der Ladung durch Gewichte bestimmen, wenn man in die isolirte Kugel *d* einen nach Art einer Schnellwage eingerichteten Hebel *de*, der bei *e* eine messingene Hohlkugel trägt, so steckt, dass er bei einem bestimmten Stande eines Schiebers *g* durch ein innerhalb *d* befindliches Bleigewicht balancirt wird; und wenn man nachgehends unter *e* eine Wagschale anbringt und auf einer Scale bemerkt, bis wie weit man *g* verschieben muss, damit *de* bei einer Beschwerung der Wage mit 1, 2, 3... Gran horizontal bleibt. Bringt man ferner unter *e* eine feste Kugel *f* an, welche mit *c* in leitender Verbindung steht, so hat man nur nach dem Aufstecken auf die geladene Flasche den Schieber *g* so weit zu verschieben, dass *de*, welches durch die elektrische Abstossung aufwärts getrieben ist, wieder horizontal wird, und das der Abstossung von *f* äquivalente Gewicht an der Scale abliest. Hat man durch Versuche die Stellungen des Zeigers auf *A* ermittelt, welche den verschiedenen Gewichten entsprechen, so kann man *de* und *fh* ganz entbehren und von dem Apparate wiederum trennen.

Die Lane'sche Ladungsflasche, welche man auch wohl zu den Elektrometern rechnet, dient dazu, Ladungen von vorgeschriebener Stärke zur Benutzung zu bringen. Es ist dieselbe eine gewöhnliche Kleist'sche Flasche, in welcher der Draht *ab*, welcher den Knopf *b* trägt, noch einen Fortsatz *cde* erhält, dessen horizontaler Theil



dc ein überfirnisster Glasstab ist, und dessen vertikaler Theil, ein Messingdraht, bei *e* eine Hülse trägt. In dieser Hülse lässt sich ein graduirter messingener, bei *o* in einer Kugel sich endender Schieber *mo* bewegen. Das Ende *m* wird durch einen Draht mit der äusseren Belegung verbunden, und der Schieber so gestellt, dass die Entfernung *ob* derjenigen Schlagweite gleich wird, bei welcher die Entladung vorgeschriebener Maassen eintreten soll. R.

Elektromotorischer Apparat. Die allgemeine Bezeichnung jeder Vorrichtung, durch welche ein elektrischer Strom erregt wird, gewöhnlich gebraucht für galvanische Kette und Voltasche Säule. D.

Elektrophor. Der Elektrophor, von Volta 1775 erfunden, besteht 1) aus dem sogenannten Harzkuchen, einer Harzschicht mit möglichst vollkommen ebener Oberfläche, welche sich in einem Teller von Blech oder mit Zinnfolie belegten Holz befindet, und 2) aus nem Deckel, einer etwas kleineren Scheibe aus Metall oder sonst eider mit Zinnfolie bedeckten Substanz. Die Unterseite des letzteren muss möglichst vollkommen eben, der Rand abgerundet und auf der Oberseite alles Eckige und Spitze vermieden sein. Dieser Deckel lässt sich an einem isolirenden gläsernen Handgriff oder an seidenen Schnüren auf den Kuchen setzen und abheben. Wird das Harz mit Pelz oder wollenem Zeuge geschlagen, so nimmt es $-E$ an, und behält dieselbe Monate, ja wohl Jahre lang, so bald es nur mit dem Deckel bedeckt ist. Der Grund hiervon liegt darin, dass von der Harzschicht um so weniger E in einen anderen, dasselbe berührenden Körper übergeht, je ebener die Berührungsflächen sind, und dass somit seine $-E$ von der $+E$ welche sie im Deckel durch Vertheilung erregt und bindet, selber gebunden wird. Berührt man nach dem Aufsetzen den Deckel, so fließt dessen freie (durch Vertheilung erregte) $-E$ ab, und er zeigt die gebunden gewesene $+E$ frei, sobald man ihn nachgehends abgehoben hat. Auf der Unterseite des Harzes wird durch die $-E$ der Oberseite $+E$ erregt, und damit diese nicht die Entwicklung der E auf der Oberseite durch Bindung hindere, wird ihr zur anderweiten Beschäftigung ihrer E die leitende Unterlage gegeben, welche demnach, falls sie isolirt ist, durch Vertheilung freie $+E$ und gebundene $-E$ annimmt. Da ferner bei isolirter Unterlage deren freie $+E$ die durch die E der Oberseite des Harzes im Deckel bewirkte Vertheilung schwächt, und namentlich dessen gebundene $+E$ zurückzustossen strebt, so lässt man die Unterlage mit dem Erdboden communiciren. Bei der Benutzung der Elektrophor-Elektricität zur Ladung einer Flasche nähert man den Deckel, nachdem man ihn vor dem Aufheben berührt hat, dem Knopf, um ihm einen Theil seiner frei gewordenen $+E$ zu geben, setzt ihn dann wieder auf den Kuchen, wo die $+E$ durch neue Bindung ersetzt wird, nimmt ihm durch Berührung wiederum seine freie $-E$, theilt seine gebundene und nach dem Aufheben wieder frei werdende $+E$

wieder dem Flaschenknopf mit, und wiederholt diess so lange, bis die freie $+E$ der Flasche gleiche Spannung hat mit der nach dem Aufheben frei werdenden $+E$ des Deckels, weil alsdann keine fernere Mittheilung mehr stattfindet. Um des steten Berührens des Deckels sich zu entheben, legt man ein Staniolstreifchen auf den Kuchen, welches beim Aufliegen des Deckels eine direkte Vereinigung der freien $+E$ der Unterlage mit der freien $-E$ des Deckels gestattet.

Als Substanz für den Kuchen hat man verschiedene Compositionen empfohlen. So giebt z. B. Volta 3 Th. Terpenthin, 2 Th. Harz, 1 Th. Wachs, und zur Färbung etwas Mennige, an; Jacquin. 1 Th. Colophonium, 1 Th. weisses Pech mit etwas Terpenthin und Zinnober zur Färbung; Pfaff: 8 Th. Colophonium, 1 Th. Schellack, 1 Th. venetianischen Terpenthin. R.

Elektroskop. Die Elektroskope sind Instrumente, mittelst welcher sich erkennen lässt, ob ein Körper elektrisch ist, und welche Elektrizität er besitzt. Sie bestehen meistens dem Wesentlichen nach aus zwei gleichen, leichten, nebeneinanderhängenden, isolirten, leitenden Körperchen, die, wenn ihnen ein elektrischer Körper von oben oder von unten genähert wird, sich in Folge des gleichen elektrischen Zustandes, den sie durch die vertheilende Wirkung desselben annehmen, einander abstossen. Sind diess zwei an Seidenfäden hängende Hollundermarkkugeln, so würden sich dieselben anziehen, wenn man den elektrischen Körper in der durch beide Centra gehenden Richtung näherte, weil die einander zugewendeten Seiten der Kugeln dann ungleichnamig elektrisch sind. Die Hinterseite der ersten hat nämlich die durch die Vertheilung frei gewordene E , die Vorderseite der zweiten die durch die Vertheilung gebundene entgegengesetzte E . Will man die Art der E des genäherten Körpers erkennen, so theilt man den beiden Körperchen vorher etwas $+E$ oder $-E$ mit, und sieht, ob die hierdurch erzeugte Divergenz bei der Näherung des zu prüfenden Körpers von oben oder unten, vermehrt oder vermindert wird. Im ersten Falle ist die E gleichnamig, im zweiten Falle ungleichnamig mit der vorher mitgetheilten E .

Zuerst wendete man nach Canton's Vorgange (1755) an Zwirnfäden hängende Hollundermarkkugeln an. Cavallo nahm (1777) statt des Zwirns feine Silberfäden, die er von dem Deckel eines Glasfläschchens mit hölzernem Boden herabhängen liess, und klebte an die Innenseite des Fläschchens den Kugeln gegenüber zwei Staniolstreifen, damit, wenn dieselben bei zu starker Divergenz gegen die Wände schlugen, die E nicht dem Glase mitgetheilt, sondern durch das Blattzinn in den hölzernen Boden abgeleitet würde.

Bennet's Elektroskop (1787) unterscheidet sich von dem Cavallo'schen nur dadurch, dass die Fäden mit den Kugeln durch zwei, etwa 2—3'' breite und 1½—3'' lange Blattgoldstreifen ersetzt sind, welche mit ihren oberen Enden an den Seitenflächen der keilförmigen Zuschärfung eines Metallstifts geklebt sind. Dieser Stift geht der Isolation halber, durch eine übrigens mit Siegelack ausgefüllte Glasröhre und endet oben in einer Kugel, der man die zu prüfenden Körper nähert. Den Deckel bildet am besten ein überfirnisster Korkstößel.

Zur Erhöhung der Empfindlichkeit vertauschte Parrot das eine Goldblättchen mit einem vergoldeten unbeweglichen Messingstreifen und brachte einen ähnlichen vertikalen Metallstreifen auf der anderen Seite des Goldblättchens an, welcher auf einem horizontalen, in halbe Linien getheilten, in den Boden eingelassenen und verschiebbaren Metallstreifen befestigt war. Mittelst des letzteren konnte er dem Goldblättchen beliebig genähert und dadurch seine anziehende, die Divergenz vermehrende Wirkung beliebig gesteigert werden.

Das Volta'sche Elektroskop enthält statt der Goldblättchen Strohhalm, welche von leicht beweglichen Ringen aus sehr feinem Metalldraht getragen werden.

Das Bohnenberger'sche Elektroskop hat nur ein Goldblättchen, dessen unteres Ende in der Mitte zwischen den Polen zweier kleinen vertikalen Zamboni'schen Säulen sich befindet, die in Glasröhren eingeschlossen sind, und von denen die eine den positiven, die andere den negativen Pol oben hat. Wird nun das Blättchen durch Vertheilung elektrisch, so wird es vom ungleichnamigen Pol angezogen und giebt dadurch zugleich die Art der *E* zu erkennen. Jetzt pflegt man statt der zwei vertikalen eine horizontale Säule anzuwenden, deren Polardrähte erst aufwärts und dann einander zugebogen sind, und an ihren Enden vertikale Messingscheibchen tragen, zwischen denen das Goldblättchen herabhängt. Die Säule selbst befindet sich alsdann in einem hölzernen Kasten, durch dessen Deckel die Polardrähte hindurch in das Glasgefäß reichen, welches den Goldstreifen enthält. Die Polarscheiben selbst lassen sich zur Erhöhung der Empfindlichkeit einander nähern.

Elektrum, eine natürliche Legirung aus Gold und Silber, die schon den Alten bekannt war. Plinius sagt von ihr (Hist. nat. XXXIII. 23): Alles Gold enthält Silber in verschiedener Menge, wenn der fünfte Theil Silber ist, so heisst es Elektrum. Durch Zusatz von Silber wird Elektrum auch künstlich gemacht. — Das Elektrum der neueren Mineralogen ist von blassgelber Farbe, theils krystallisirt in Würfeln und Octaedern, theils in Blättchen. Spec. Gew. 12, 6—14, 8. Es findet sich zu Kongsberg, am Schlangenberg in Sibirien, in Columbien u. a. a. O. — Die chemischen Untersuchungen haben ergeben, dass sich Gold in sehr verschiedenen und unbestimmten Verhältnissen mit Silber vereinigt, und dass Elektrum keine bestimmte Verbindung bezeichnet. Das Elektrum vom Schlangenberg fand Klaproth zusammengesetzt aus 36 Silber und 64 Gold. Vergl. Gold. B.

Element. Die Ansicht von einem Urstoff, aus dem alle vorhandenen Dinge herkommen, ist sehr alt, und beginnt in Griechenland bei Thales, der das Wasser für die Substanz hielt, aus welcher Alles hervorgegangen ist, worauf ihn vornämlich die befruchtende Wirkung desselben und die Entstehung alles organischen Lebens im Flüssigen führten. Späterhin vertauschten die Philosophen das Wasser mit anderen wirklichen oder eingebildeten Stoffen, und vermehrten auch die Zahl der Elemente. Den entschiedensten Beifall erhielt die Ansicht des Empedokles, welcher Feuer, Wasser, Luft und Erde als die Grundlagen der Schöpfung betrachtete, die gewöhn-

lich die Aristotelischen Elemente genannt werden. Sie haben für Alle diejenigen noch gegenwärtig einen Werth, die in diesen Elementen eine Beziehung zu den drei Aggregatzuständen erblicken, und in dem Feuer eine Ahnung von dem Aether erkennen, der die Erscheinungen des Lichts, der Elektricität und Wärme hervorbringt. Eine aufmerksame Betrachtung verbrennender Stoffe mochte wohl diese Vorstellung angeregt haben, da man dieselben unter Entwicklung von Feuer und feuchter aufsteigender Dämpfe (Wasser und Luft) verschwinden, und nur erdige Asche hinterlassen sah. Aehnlicher Art, d. h. gewisse Zustände bezeichnend, sind die Elemente der Alchemisten, die unter Mercur das flüchtige, unter Schwefel das brennbare, unter Phlegma das flüssige geschmacklose, unter Erde das feste unlösliche, unter Salz das feste auflösliche Princip sich dachten. Der Begriff, den man gegenwärtig in der Chemie mit dem Ausdruck Element verbindet, wonach alle bisher unzerlegbaren Substanzen so benannt werden, rührt von Stahl her, und die Zahl der unzerlegten Stoffe oder chemischen Elemente beträgt zur Zeit 55.

Am Allgemeinen ist die Eintheilung dieser Elemente in Metalle und Nichtmetalle, die man unrichtiger Weise auch Metalloide (Metallähnliche) nennt. Jenen schreibt man den eigenthümlichen Metallglanz und die damit verbundene Undurchsichtigkeit, sowie grosse Leitungsfähigkeit für Wärme und Elektricität zu. Den Nichtmetallen gehen diese Eigenschaften ab; zu ihnen gehört, was kein Metall ist. Versucht man indess nach diesen Eigenschaften jedes Element zu prüfen, so trifft man auf eine Anzahl von Körpern, bei denen diese entscheidenden Merkmale so unbestimmt werden, dass man zweifelhaft bleibt, wohin sie zu stellen sind. So haben Jod und manche Kohlenarten einen Glanz, der gewissen Metallen wenig oder nichts nachgiebt. Diamant ist ein Nichtleiter der Elektricität, Graphit leitet sie. (Dass Aluminium, Cer und andere, nur im pulverförmigen Zustande bekannte Metalle die Elektricität nicht leiten, hat seinen Grund nur in dem losen Zustand, denn auch fein vertheiltes Eisen, erhalten durch Glühen des oxalsauren Eisens, ist nach Wöhler ein Nichtleiter.) Mit einem Wort, alle diese Eigenschaften gehen so in einander über, dass eine Gränze ganz willkürlich wird. Daher werden einige Elemente bald zu der einen, bald zu der anderen Abtheilung gezogen, so Selen, selbst Tellur, Arsenik und Antimon (vergl. Wöhler's Grundriss d. Chemie, 7te Aufl.)

Die Eintheilung in Metalle und Nichtmetalle hat ihre praktischen Vortheile, in rein wissenschaftlicher Beziehung dürfte es indess wohl dahin kommen, dass man diesen Unterschied ganz fallen lässt, und nur von Gruppen spricht, die durch gemeinsame Characterere übereinstimmen. Man könnte eine solche Anordnung vergleichen den Familien im Thier- und Pflanzenreich, und eine dieser natürlichen Gruppen, nämlich Chlor, Brom, Jod, Fluor ist schon längst mit dem Namen Salzbilder belegt worden. Schwefel, Selen, Tellur; ferner Phosphor, Arsenik, Antimon sind andere Beispiele dieser Art. Aehnlichkeit der Verbindungen, und namentlich Isomorphie, wurden bei der Aufstellung solcher Gruppen, wo sie versucht wurde, hauptsächlich zu Rathe gezogen.

B.

Elixir, pharmaceutische Benennung unklarer alkoholischer Lösungen im Gegensatz zu den klaren, den Tincturen. M.

Ellagsäure. Acidum ellagicum. Diese von Chevreul zuerst entdeckte Säure bildet sich, wenn eine Galläpfel-Infusion an der Luft stehen gelassen wird. In grösserer Menge erhält man sie nach Braconnot, wenn gepulverte Galläpfel, mit Wasser übergossen, einer nur wenig erhöhten Temperatur ausgesetzt werden. Die Flüssigkeit geräth in Gährung, entwickelt Kohlensäure, und enthält nach Beendigung derselben Gerbsäure; diese wird abfiltrirt und der Rückstand ausgepresst. Das Ausgepresste wird hierauf mit Wasser ausgekocht und durch ein leinenes Tuch geseiht, wobei eine trübe Flüssigkeit durchgeht, welche nach einiger Zeit sich klärt und eine gelblichweisse Masse absetzt. Dieser Niederschlag, welcher die Ellagsäure enthält, wird aufs Filtrum genommen, mit kochendem Wasser gut ausgewaschen, hierauf in einer schwachen Kalilauge aufgelöst, filtrirt und mit Salzsäure gefällt. Die Ellagsäure bildet ein geruch- und geschmackloses gelblichweisses Pulver, das sich wie Stärke anfühlt, unschmelzbar ist, aber bei Zutritt von Luft erhitzt, sich entzündet, und unter Sprühen fortfährt zu glimmen. Sie ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, von Schwefelsäure wird sie aufgelöst, kann aber durch Wasser wieder daraus abgeschieden werden, Salpetersäure löst sie bei einer Temperatur von 32° zu einer blutrothen Flüssigkeit auf, bei noch höherer Temperatur wird sie in Oxalsäure verwandelt. Sie zeigt nur wenig saure Reaction, und vermag die Kohlensäure nicht auszutreiben. Mit den Basen bildet sie Salze, welche eine gelbe Farbe besitzen und unlöslich in Wasser sind. Die Ellagsäure ist von Pelouze analysirt worden, sie besteht im wasserfreien Zustande aus $C_7 H_4 O_4$, und verbindet sich mit 1 Atom Wasser, welches sie bei 120° verliert. Die procentische Zusammensetzung ist: $C\ 54,46$ $H\ 2,54$ $O\ 43,00$. Nach Grischow soll diese Säure auch in der Wurzel der *Tormentilla erecta* vorkommen. (Ann. de chim. et de phys. LIV. 1. c. Pogg. Ann. XXXVI. 45.) M.

Ellagsäure (metamorphosirt), Acide metellagique von Robiquet dem Entdecker benannt, bildet sich, wenn man eine farblose Auflösung von Gallussäure in Schwefelsäure bis gegen +140° erhitzt. Die dadurch allmählig roth gefärbte Flüssigkeit setzt in Krystallen und Flocken beim Erkalten, und mehr noch beim Verdünnen mit Wasser die genannte Säure ab, die durch Erhitzen vom Wasser befreit und wasserfrei sublimirt werden kann. Dass die Säure nicht Ellagsäure sei, zeigen nur ihre physikalischen Eigenschaften, denn da Robiquet die Sättigungscapacität derselben nicht angegeben, so kommt ihre Formel durchaus mit der Formel der Ellagsäure überein; sie ist nämlich: $C_7 H_4 O_4$. (Cf. Journ. de Pharm. Sept. 1836.) M.

Elmsfeuer. Man versteht darunter das schon im Alterthume unter dem Namen Castor und Pollux bekannte Leuchten der Spitzen bei elektrischen Wellen. Die Masten der Schiffe, die Spitzen aufgeplanter Lanzen (siehe Ostertag: de auspiciis ab acumine), die Spitzen der Ohren der Pferde zeigen dieses Leuchten am häufigsten. 1696

sah Forbin auf dem Maste ein solches Licht von $4\frac{1}{2}$ Höhe, Trail am 19. Februar 1837 sogar eine blutrothe Flamme von 30 Faden Breite und 100 Faden Länge, an der Kette eines Kahnes am Ufer einer der Orkneyinseln, während die Flamme an der Spitze des Mastes 3' Höhe hatte. Sehr auffallende Phänomene der Art sah Burchell im südlichen Afrika und v. Raumer in Sachsen. Der richtige Name der Erscheinung ist nach Schweigger: Hermesfeuer. D.

Email. Ein aus sehr reinen Materialien gefertigtes leichtflüssiges Bleiglas von weisser oder bunter Farbe. Das weisse ist durch Zinnoxid gefärbt und wird dadurch erhalten, dass man 1 Theil Zinn mit 3 bis 6 Th. Blei zusammenschmilzt, calcinirt, und die entstandenen Oxyde mit feinem Quarz und Pottasche zusammenschmilzt. Das unschmelzbare weisse Zinnoxid lagert sich zwischen die Theile des Glases (kiesel. Kali-Bleioxyd) und bewirkt die Färbung. Will man anders gefärbtes Email, so wendet man dazu andere Metalloxyde an, wie im Artikel Glas angegeben ist. Email dient zur Verzierung auf Bijouterien, Ordensdekorationen, Zifferblättern u. dergl. Zu dem Ende wird es fein zerstoßen und auf Kupfer-, Gold- oder Silberblech, dem man einen aufwärts gebogenen Rand giebt, aufgetragen. Nachdem es auf demselben in einem Muffelofen aufgeschmolzen ist, wird die Oberfläche geschliffen und polirt. Bei grossen Gegenständen werden beide Seiten des Blechs mit Email belegt, damit die beim Erkalten statt findende Zusammenziehung auf beiden Seiten des Metalls gleich sei.

Das Email, womit die gusseisernen Geschirre innerhalb überzogen werden, damit Speisen das Eisen nicht angreifen und danach schmecken, besteht aus einer aus weissem feinen Thon, Quarz, Feldspath und geschmolzenem Borax innig gemengten Masse, die man auf die durch verdünnte Schwefelsäure gehörig gereinigten und in Wasser abgespülten Geschirre innen aufträgt. Auf dies noch feuchte Email stäubt man dann die Glasur, die aus einem fein gemahlten Gemenge von Feldspath, Soda, Borax und wenig Zinnoxid zusammengesetzt ist, und brennt das Ganze in Muffeln bei Rothglühhitze ein. B.

Emanationstheorie oder **Emissionstheorie** nennt man diejenige Theorie des Lichtes, nach welcher die leuchtenden Körper unendlich kleine Theilchen (Lichtmoleküle) in geradlinigen Richtungen (der Lichtstrahlen) fortschnellen, und nach welcher die Reflexions- und Brechungs-Erscheinungen dadurch erklärt werden, dass diese Lichtmoleküle Anziehungen und Abstossungen von den reflektirenden und brechenden Körpertheilen und dadurch Aenderungen in ihrer Geschwindigkeit erfahren. Newton, der diese Hypothese für die den Erscheinungen am besten entsprechende hielt, führt die Farbenzerstreuung auf Verschiedenheit in der Grösse der Lichtmoleküle zurück, indem er z. B. die brechbarsten Strahlen aus den kleinsten und desswegen dunkelsten und am meisten ablenkbaren bestehend denkt. Zur Erklärung der Anwandlungen lässt er die Lichttheilchen in den Medien Vibrationen erregen, welche bald die Bewegungen jener begünstigen, bald vermindern. Die Erscheinungen der Polarisation wur-

den von Malus einer Vierseitigkeit der Lichttheilchen zugeschrieben. Zwei parallele Seiten sollten andere Eigenschaften haben, als die andern beiden Seiten. Im polarisirten Lichte sollten sich die gleichartigen Seiten nach einerlei Gegend hin richten.

Bei der doppelten Brechung denkt man sich anziehende und abstossende Kräfte von den Axen der doppelten Brechung ausgehend.

Da diese Hypothese fast nur noch historischen Werth hat, so mag in Bezug auf die Details auf Newton's Optik, auf Malus Theorie de la double refraction und auf Biot's *Traité de physique exp. et math.* als Quellen verwiesen werden. R.

Emetin. Dieser von Pelletier entdeckte Körper findet sich in den Wurzeln der Ipecacuanha, Viola emetica, caliococca und Cephaëlis emetica. Die Darstellungsweise desselben besteht darin, dass die Wurzeln der genannten Pflanzen gepulvert und mit Aether übergossen werden. Dieser nimmt ein riechendes Fett auf und wird abgegossen; die rückständigen Wurzeln werden hierauf mit Alkohol ausgekocht, zu der Auflösung Wasser gesetzt und der Alkohol sodann abdestillirt. Dabei scheidet sich in der Retorte eine fettartige Substanz aus, sie wird abfiltrirt und die durchgelaufene Flüssigkeit mit Magnesia gekocht. Der getrocknete Niederschlag wird mit Alkohol behandelt, um das Emetin aufzulösen, sodann wieder abdestillirt und der Rückstand in einer verdünnten Säure aufgelöst, mit Thierkohle gekocht, filtrirt, und das Emetin dann durch Magnesia gefällt. Es bildet ein weisses, geruch- und geschmackloses Pulver, das sich nur schwer in Wasser, leicht aber in Alkohol, aber gar nicht in Aether und ätzenden Alkalien auflöst, stark alkalisch reagirt, und in geringen Dosen eingenommen das heftigste Erbrechen verursacht. Es lässt sich leicht schmelzen, wird aber bei höherer Temperatur zersetzt.

Das Emetin besteht aus $C_{37} H_{54} N_2 O_{16} = C64.57 H7.77 N4.30 O22.95$. Verdünnte Säuren werden von demselben vollständig neutralisirt, die Salze können aber nicht krystallisirt erhalten werden. Concentrirte Salpetersäure verwandelt es in Oxalsäure und in eine gelbe harzige Substanz. Die Salze sind meistens in Wasser leicht löslich und zeigen in ihrer Auflösung einen scharf bitteren Geschmack; Jodkalium und Platinlösung bringen darin einen braungelben Niederschlag hervor, Galläpfeltinktur einen weissen, aus der salzsauren Auflösung wird es durch Sublimat in weissen Flocken gefällt.

Das reine Emetin unterscheidet sich von dem unreinen dadurch, dass letzteres immer einen Stich ins Braune hat, von Geschmack bitterer ist und im Wasser sich leichter auflöst als das reine, an der Luft wird es feucht und zerfließt, in der Hitze bläht es sich sehr stark auf, ehe es schmilzt, und von Salpetersäure wird es mit rother Farbe aufgelöst. (Ann. de chim. et de phys. IV. 172.) M.

Empyreumatisch, deutsch: brenzlich, pflegt man die Producte trockner Destillation zu nennen. M.

Emulsin. Die Eigenschaft mehrerer Saamen, beim Zerstoßen derselben mit Wasser eine milchartige Flüssigkeit zu geben, welche

aus einem hellen Oele besteht und in Folge des Albumins im Wasser suspendirt bleibt, wird Emulsion genannt. Eins der bekanntesten Beispiele liefert die Mandelmilch, welche nicht als eine Auflösung, sondern als eine Aufschwämmung feiner Kügelchen im Wasser anzusehen ist. Einige Chemiker schreiben diese Eigenschaft einem eigen thümlichen Stoffe zu, dem Emulsin, welches aus einem Gemisch verschiedener Substanzen bestehen soll, bis jetzt aber noch nicht näher untersucht worden ist. (Journ. de pharm. 1838. Erdmann's Journ. XIV. 309.) Vergl. d. Art. Synaptas. M.

Enallochrom, siehe Aesculin.

Endgeschwindigkeit, im Allgemeinen die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers am Ende irgend einer Zeit. Gewöhnlich versteht man darunter die Geschwindigkeit, welche ein Körper durch eine beschleunigende Kraft am Ende der Zeiteinheit erlangt, wenn jene während der Zeiteinheit fortwährend gleichförmig auf ihn wirkt. In sofern die Masse des Körpers = 1 gesetzt wird, ist diese Endgeschwindigkeit zugleich das Maass für die Intensität der Kraft; so z. B. wenn $g = 31\frac{1}{2}$ Fuss die Endgeschwindigkeit ist, welche ein Körper durch seinen Fall während der ersten Secunde erlangte, so drückt diese Zahl, nicht aber der Fallraum $\frac{1}{2}g$, die Intensität der Schwere aus. Mg.

Endosmose und Exosmose. Diesen Namen hat Dutrochet dem von Parrot und Fischer entdeckten Zusammenströmen zweier durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten gegeben, und es als Agent immédiat du mouvement vital bezeichnet. Magendie gebraucht dafür den Ausdruck Imbibition mit doppelter Strömung. Dutrochet leitet diese Strömungen von Elektricität ab, und nimmt an, dass zwischen den durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten im Contact ein ähnliches elektrisches Verhalten hervortrete, wie zwischen zwei einander berührenden Metallen. Die Physiker haben diese Erscheinungen unter die allgemeine Klasse der Capillarphänomene zu subsumiren gesucht, und es sind die empirischen Ergebnisse der Erscheinung bereits unter dem Artikel Diffusion zur Sprache gebracht worden. Wir führen daher hier nur noch die im Handwörterbuch für Physiologie von Kürschner im Artikel Aufsaugung als sicher angegebenen Ergebnisse hinzu:

1) Zwei verschiedenartige Flüssigkeiten mischen sich durch eine thierische Membran, wenn sie die letztere nicht zersetzen oder von derselben zersetzt werden, und sich mit der Feuchtigkeit, die in den Poren der Membran sich findet, mischen oder verbinden können.

2) Nicht die Schwere, sondern die Anziehung heterogener Flüssigkeiten ist die wesentliche Bedingung für den Durchgang derselben durch feuchte Membranen.

3) Es wird bei diesen Diffusionen nur ein einfacher Strom beobachtet, wenn zwei Salzlösungen sich durch doppelte Wahlverwandtschaft unter Bildung eines Niederschlages zersetzen, oder wenn nur eine der Flüssigkeiten sich in der Feuchtigkeit der Membran löst.

4) Bei doppelten Strömungen geschieht, wenn Wasser eine der

Flüssigkeiten ist, stets der stärkere Strom vom Wasser nach der andern Flüssigkeit.

Vergleiche Fischer in Gilb. Ann. LXXII. p. 300., Pogg. Ann. X. 481. und XI. 101.; Magnus in Pogg. Ann. X. 153.; Dutrochet nouvelles observations sur l'endosmose et l'exosmose 1828. 8. 107 Seiten, und daraus Pogg. Ann. XI. p. 138., 28. p. 359.; u. Poisson i. Ann. de Chim. et de Ph. 35. 98., und Pogg. Ann. XI. 134. D.

Englisch Gelb ist basisches Chlorblei, gleichbedeutend mit Turner's Patentgelb; s. Chlorblei. B.

Englisch Roth ist Eisenoxyd, gleichbedeutend mit Colcothar (siehe dies.) B.

Enharmonisch. Wenn man zu jedem Tone der diatonischen Scala seine Erhöhung und Erniedrigung (\sharp und \flat) hinzufügt, so erhält man die sogenannte enharmonische Tonleiter (im Sinne der heutigen Theoretiker), wobei die Octave aus 20 Stufen besteht. Diese reduciren sich auf 13 (chromatische Tonleiter), wenn man je zwei Töne, die nur um ein Comma verschieden sind, z. B. *cis-des* oder *eis-f* etc. für einerlei nimmt. Da man zwei solche enharmonische Töne nur in der Schrift zu unterscheiden pflegt, so kommt in der Austübung keine enharmonische Fortschreitung vor, sondern statt dessen tritt eine enharmonische Verwechslung ein, indem man z. B., was bis dahin wegen seines harmonischen Ursprungs für *cis* genommen werden musste, unmittelbar für *des* gelten lässt, um es danach weiter fortschreiten zu lassen. S.

Epidot. Die Krystalle dieses Minerals sind Säulen von $70^{\circ} 33'$ mit 2 gegen die Hauptaxe ungleich geneigten Endflächen, von denen die vordere mit der Axe einen Winkel von $51^{\circ} 41'$, die hintere von $63^{\circ} 43'$ macht. Bei dieser Stellung sind die Säulen niedrig aber sehr in die Breite gezogen, und daher haben andere Mineralogen es naturgemässer gefunden, die Endflächen zu Säulenflächen zu machen, und die erstgenannten Säulenflächen zu Endflächen, in welchem Fall eine aus ungleichwerthigen Flächen bestehende Säule von 115° mit symmetrischen Endflächen gebildet wird. Nimmt man die erste Stellung als Grundform an, so gehören die Epidotkrystalle zum (2+1) gliedrigen Krystallsystem; für die zweite Stellung hat man den Namen (1+2) gliedriges System eingeführt. Ausser krystallisirt kommt der Epidot auch häufig derb, in Körnern, schaalig und stänglich abge sondert vor. Die Krystalle, in der ersten Stellung (2+1) gliedrig genommen, sind vollkommen spaltbar der hinteren Endfläche, weniger vollkommen der vorderen, beide sind gewöhnlich stark gestreift. — Alle zum Epidot gehörigen Varietäten sind nach der Formel $\hat{R}_3 \hat{S}i + 2\hat{R} \hat{S}i$ zusammengesetzt, wo \hat{R} Kalkerde, Talkerde, Eisen- und Manganoxydul, \hat{R} Thonerde, Eisen- und Manganoxyd bedeuten. Man unterscheidet drei Abarten:

1) Pistacit oder Eisenepidot, enthält als Basen Thonerde, Kalkerde und Eisenoxydul. Er ist von pistacien- (daher der Name) öl-

und zeisiggrüner Farbe, spezifisches Gewicht 3,4, von Härte des Quarzes. Schmilzt vor dem Löthrohr nur an den Kanten, wird schwarz ohne vollständig zu fließen. Er findet sich auf Lagern und Gängen in Granit und ähnlichen Felsarten, in besonders schönen Krystallen zu Arendal (Arendalit), büschelförmig gruppirt zu Bourg d'Oisans (Oisanit), ferner zu Breitenbrunn und anderen Orten in Sachsen, in Tyrol und Piemont. In Siebenbürgen sandig in den Goldseifen bei dem Dorfe Muska.

2) Manganepidot, piemontesischer Braunstein, worin Kalkerde, Manganoxydul, Thonerde und Eisenoxyd Basen sind. Undurchsichtig, kirschroth, gewöhnlich abgesondert, schifförmig, derb. Spec. Gew. 3,4—3,5, Härte zwischen Feldspath und Quarz. Schmilzt vor dem Löthrohr leicht zu einem schwarzen Glase. Vorkommen zu St. Marcel im Val d'Aosta in Piemont, eingewachsen in Quarz.

3) Zoisit, gemeiner Epidot oder Kalkepidot, mit Kalk und Thonerde zur Basis, von den anderen nur geringe Mengen. Grau, gelblichweiss, ockergelb, rosenroth (Thulit), von Feldspathhärte, spec. Gew. 3,2. Schmilzt nur schwierig zu einem gelblichen Glase vor dem Löthrohr. Eingewachsen in Granit, Gneiss zu Weissenstein im Fichtelgebirge, Sterzing in Tyrol, an der Saualpe (Saualpit), Bacheralpe in Steiermark, in Schottland und Norwegen.

Analysen vom Epidot s. Klaproth, Beitr. IV. 179. V. 41.; Glocker, Mineral. Jahreshfte V. 174.; Gehlen's Journ. I. 200.; Journ. f. pr. Ch. V. 212.; Pogg. XVI. 483. XLIX. 539.; Ann. des Mines II. Sér. V. 313. Sobrero fand im piemontesischen und im skandinavischen Epidot etwas Zinn; Berzelius Jahreshb. XX. 231.

Der Name Epidot rührt von Häuy her, welcher ihn von *ἐπίδοτος*, zugegeben, ableitete, um damit den Zuwachs anzudeuten, welchen Krystalle dieses Minerals vor anderen ähnlichen erhalten haben. B.

Epistilbit wurde 1826 von G. Rose entdeckt, und wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Stilbit Epistilbit genannt. Krystallisirt in 2gliedrigen Säulen von $135^{\circ} 10'$, vollkommen spaltbar parallel der Abstumpfung der scharfen Seitenkanten, Härte zwischen Flussspath und Apatit, spec. Gew. 2,249. Weiss und farblos. Die Spaltungsflächen perlmutter-, die anderen glasglänzend. Wird von Salzsäure vollständig zersetzt, vor dem Löthrohre schmilzt er aufschäumend zu einem weissen Glase. Er besteht aus neutraler kieselsaurer

Kalk-Thonerde mit Wasser, $(Ca, Na) Si + 3Äl Si_3 + 5H$. (Pogg. Ann. VI. 183.) B.

Epoptische Figuren nannte Göthe die nur unter gewissen Bedingungen auf der Oberfläche eines Körpers sich bildenden Farbenfiguren, zu denen er namentlich die Newton'schen Ringe rechnete, und auf welchen Namen dann auch die Polarisationsfiguren (die im Art. Farbenringe abgehandelt sind) Anspruch machen können. R.

Epsomer Salz heisst die schwefelsaure Talkerde, welche aus dem Bitterwasser (s. d.) von Epsom in England durch Einkochen desselben gewonnen wird. B.

Equisetsäure. Siehe Malealsäure.

Erbsenstein, Pisolith, besteht aus vielen miteinander fest verbundenen Kalkkugeln, meist von Erbsengrösse, aber auch kleiner und grösser, von weisser, gelblicher oder bräunlicher Farbe. Die einzelnen Körner bestehen aus mehreren concentrischen Schichten von hellerer und dunklerer Färbung, und haben zum Kern gewöhnlich ein Quarzkörnchen. Die Erbsensteine sind ein Erzeugniss heisser, kalkhaltiger Quellen, am häufigsten zu Carlsbad, wo sie zwischen dem ebenfalls vom Wasser abgesetzten Sprudelstein liegen. Man kann sich ihre Entstehung nicht anders denken, als dass das hervorbrechende Wasser den Sand aufrührt, und die Körnchen lange schwebend erhält, so dass sie von dem sich abscheidenden Kalk eingehüllt werden können. Wenn sie zu schwer werden, so fallen sie nieder, und verbinden sich mit der noch weichen Oberfläche ziemlich fest mit den bereits früher gebildeten. S. kohlen-saure Kalkerde. B.

Erdbeben nennt man eine Erschütterung des festen Erdbodens, welche von Innen nach Aussen wirkt, während man unter vulkanischem Ausbruch vielmehr ein Oeffnen desselben versteht, begleitet von Hervordringen erhitzter oder entzündeter fester, flüssiger und luftförmiger Stoffe. Obgleich die Spuren vulkanischer Wirkungen auf der ganzen Erde verbreitet sind, und auch in Gegenden, wo jetzt keine solche Wirkungen hervortreten, sie doch früher unverkennbar vorhanden waren, so ist doch eine jetzt noch fortdauernde vulkanische Thätigkeit vorzugsweise an bestimmte Linien und Bezirke geknüpft, welche nach v. Hoff einzelne Erschütterungskreise und Eruptionslinien bilden. Dass die Erscheinungen des Vulkanismus und der Erdbeben nur verschiedene Aeusserungen der Wirkung des heissen Erdinnern auf seine erstarrte Kruste seien, geht daraus hervor, dass Erdbeben vorzugsweise die Landstriche treffen, in welchen sich Vulkane finden, dass, wo diese letzteren reihenweise hervortreten, die Oberfläche da am heftigsten bewegt wird, wo eine solche Reihe geöffneter Schlünde eine Strecke weit unterbrochen ist, und dass eine Reihenfolge gewaltsamer Erderschütterungen gewöhnlich durch einen grossen Ausbruch eines diesem Erschütterungskreise angehörigen Vulkans beendet werden. In diesem Sinne sieht man daher Vulkane als Sicherheitsventile für die elastischen Kräfte an, die, wenn sie zu entweichen verhindert werden, eben die Erdbeben erzeugen.

Fast ganz verschont von Erdbeben sind Holland, das nördliche Deutschland, die südbaltischen Länder, Preussen, Polen, das mittlere und nördliche Russland, das nördliche Sibirien, die Küste von Africa von Tripolis bis zum Nil, die Südspitze von Africa, die mittleren Provinzen des nordamerikanischen Freistaates und der südliche Theil der Ostküste von Südamerika.

Zuweilen erfolgen Erdbeben, aber ohne je eine sehr zerstörende Kraft zu erlangen auf den brittischen Inseln, Scandinavien, im mittleren und nördlichen Frankreich, Belgien, dem mittleren Deutschland, Böhmen, Schlesien, an dem nördlichen Fuss der Alpen und Karpathen, in Canada, den nördlichen Provinzen des nordamerikanischen Freistaates und in Brasilien.

Hingegen sind folgende Gegenden sehr heftigen Erdbeben unterworfen: Island, die Nordküste des mittelländischen Meeres, besonders die von Süden in dasselbe hineinragende Halbinsel und die in demselben liegenden Inseln auf einer von den Azoren nach der syrischen Küste gehenden Linie, die Nordküste von Africa von Marocco bis Tripolis, eine von dieser fast parallele Linie von den Pyrenäen längs der Alpen bis nach Constantinopel, längs der Nordküste von Kleinasien zum Caucasus, das mittlere Kleinasien, eine Linie vom Caspischen Meere durch den Altai bis Irkutsk, eine Linie vom toten Meere südlich vom Caspischen Meere durch Iran, den Muztag und Thian-Chan bis China, endlich die Länder vom Südabhange des Himalaja. Ferner die durch eine Reihe fast ununterbrochen fortziehender Vulkane bezeichnete Linie, welche mit den Andamaninseln beginnend durch Sumatra, Java, Gilolo, die Philippinen, Japan, die Kurilen, nach Kamtschatka bis dahin geht, wo die Reihe der Aleuten darauf trifft, und durch diese hindurch bis zum nördlichen Festlande von Amerika; in Amerika selbst die Andeskette von Chile durch Guatimala bis Mexico, ausserdem die Antillen, besonders die kleinen, endlich im grossen Ocean eine mit den Molucken beginnende und durch Neu Guinea, Neu Britannien, die Salomonsinseln, die Neuen Hebriden bis nach Neu Seeland fortlaufende Reihe, endlich die isolirte Inselgruppe der Marianen und die Sandwichinseln.

Von den angeführten Erschütterungskreisen ist der des mittelländischen Meeres am längsten bekannt. In ihm zeigte sich am deutlichsten, dass vulkanische Ausbrüche nur an bestimmten Stellen der Eruptionslinie erfolgen, Erdbeben hingegen fast jeden Punkt des festen Landes und der Inseln auf dieser Linie ohne Unterschied treffen, dass nur grosse und hohe Gebirge in ihrem Hauptkörper den Wirkungen des Erdbebens Widerstand zu leisten vermögen, die sich aber am Fusse derselben desto heftiger äussern, und dort energischer sind, als in grösseren, mit Flützlagnern und grossen Massen aufgeschwemmten Bodens bedeckten Ebenen. Ausserdem ergab sich besonders durch v. Hoff's Untersuchungen, dass zu beiden Seiten der Linie, auf welcher sich die vulkanischen Erscheinungen constant und die Erdbeben am häufigsten zeigen, Erdbeben bis auf eine gewisse sich gleichbleibende Entfernung von der Centrallinie bemerkt werden, und zwar in gewissen sich ebenfalls gleichbleibenden Richtungen, aber desto schwächer und seltener sich ereignen, je weiter man sich von der Centrallinie entfernt. Diese Seitenrichtungen werden durch die von der Centrallinie auslaufenden Urgebirgsketten bezeichnet, an deren Fusse sie eben hervortreten. In der Nähe der Punkte der Centrallinie, an denen die vulkanischen Erscheinungen constant sind, kommen vorzüglich häufig den Basalten und Trachyten verwandte Formationen vor, während ein Kranz von Gebirgszügen, welcher an jene Seitenketten sich anschliesst, im Norden dieses Gebietes den Erschütterungskreis begrenzt und nach Aussen abschliesst. Ueberall endlich begleiten warme Quellen jene Gebirgszüge, an deren Fusse sich die Erschütterungen zeigen.

Die Ausdehnung der Wirkungen der Erdbeben durch grosse Räume, die Wechselwirkung zwischen vulkanischen Eruptionen und Erdbeben in grossen Entfernungen zeigt, dass die Ursache der Er-

scheinungen in grosser Tiefe zu suchen sei. Von dieser Ausdehnung und Wechselwirkung mögen einige Beispiele genügen.

Das Erdbeben von Lissabon scheint in dieser Beziehung ein Glied in einer langen Kette vulkanischer Erscheinungen zu sein. Im Jahre 1751 hatte der Vesuv Lava ausgeworfen, und neue heftige Ausbrüche bezeichneten das Ende des Jahres 1754 und den Januar von 1755. Nun beruhigte er sich, aber jetzt wurden die griechischen Inseln, besonders Metelino, heftig erschüttert. Im März erfolgte ein unbedeutender Ausbruch des Aetna und dann heftige Erdbeben im July, besonders in Persien, die sich aber durch den ganzen Erschütterungskreis des mittellaendischen Meeres erstreckten. Das Erdbeben von Lissabon umfasst den Zeitraum vom 1. Novbr. bis 27. December 1755. In derselben Stunde, in welcher die erste furchtbare Entladung am 1. November erfolgte, welche Lissabon zerstörte, schlug die Dampfwolke des Vesuvs in den Krater hinein; ja in Madrid erfolgte der erste Stoss genau zu derselben Zeit wie in Lissabon, dort nämlich 10 U. 55 M., hier 9 U. 50 M. Morgens. 700000 geographische Quadratmeilen, also mehr als der zwölfte Theil der ganzen Erdoberfläche empfanden die Wirkung dieses grossartigen Phänomens. In den Jahren 1756, 1757 und 1758 wurde Deutschland, Nordfrankreich, England und Scandinavien mehrfach erschüttert. Damaskus, Sidon, Balbeck wurde im Jahre 1759 durch ein Erdbeben zerstört, welches drei Monate hindurch zwischen dem todtten und mittelländischen Meere wüthete. In der Nacht vom 28. auf den 29. September erhob sich endlich am Fusse der Gebirge von Aguasarco im Innern des Continents von America, 36 Meilen weit von der Küste, und 42 Meilen weit von jedem andern in Bewegung begriffenen Vulkane ein Landstrich von 4 bis 5 Quadratmeilen, den man Malpays nennt, in Form einer Blase, am Rande nur etwa 96 Fuss über dem alten Flächenstande der sogenannten Ebene las playas de Jorullo, in der Mitte aber bis zu 480 Fuss Höhe, und aus demselben, unter tausend brennenden kleinen Kegeln ein Berg von Schlaken und Asche, der Jorullo, 1578 Fuss über die Ebene. Aber auch mit dieser ungeheuern Wirkung war der Zustand der Ruhe in dem anfänglich erschütterten Distrikt nicht wiederhergestellt, denn noch im December 1760 warf der Vesuv aus 12 neuen Seitenkratern Lava aus und selbst am 31. März 1761 erfolgte in Lissabon ein Erdstoss, der auf den Azoren, Antillen, in England und Island mit empfunden wurde.

Als ein zweites Beispiel eines derartigen Zusammenhanges kann die Zerstörung von Caraccas angeführt werden; denn am 30. Januar erhob sich bei St. Michael unter den Azoren aus einer Tiefe von 420 Fuss die Insel Sabrina. Darauf wurden vom Mai 1811 bis April 1812 die Antillen fortwährend erschüttert; seit dem 16. December 1811 auch die Thäler des Mississippi, Arkansa und Ohio. Am 26. März 1812 ging Caraccas zu Grunde und am 30. April eröffnete sich endlich der seit 1718 geschlossene Schlund des Morne Garou auf St. Vincent und schleuderte seine Asche bis in den obern Passat.

Ein drittes Beispiel dieses Zusammenhanges bietet die Zerstörung von Riobamba am 9. Februar 1797, welche in demselben Augenblick erfolgte, als über dem 65 Meilen nordwärts gelegenen Vulkane von Pasto die Rauchsäule verschwand, welche seit dem November

1796 daraus emporstieg. Ein Mittelglied dieser Erscheinungen ist die Zerstörung von Cúmana am 19. December 1796, welche mit dem Ausbruche des Vulkanes von Guadeloupe am 27. September 1796 begonnen hatten. Bedenkt man ferner, dass während der Ruhe des Vesuvus und Aetnas 1771—1778 Italien fast unaufhörlich durch Erdbeben erschüttert wurde, dass diese aufhörten, als nun der Vesuv einen heftigen Ausbruch erfuhr, dass dann bis zum Erdbeben von Calabrien im Jahre 1783 Ruhe war, die nun einer neuen Erschütterung bis 1787 Platz machte, als der lange ruhende Aetna sich öffnete, so wird die Ansicht, dass vulkanische Ausbrüche und Erdbeben alterirende Wirkungen derselben Ursache sind, bis zur Gewissheit erhoben.

Die Schwankungen des Erdbodens bei einem Erdbeben theilt man in Italien in drei Klassen: in undulatorische (*moto undulatorio*), succussorische (*moto succussorio*) und wirbelnde oder drehende (*moto verticoso*). Bei der ersten Bewegung ist eine deutliche horizontale Fortpflanzung der Bewegung sichtbar, so dass ein Theil des Bodens nach dem andern wellenartig sich erhebt und senkt; bei der zweiten erhebt sich der Boden mehr als Ganzes senkrecht in die Höhe und sinkt plötzlich wie bei der Wirkung einer Mine; bei der dritten Bewegung endlich durchkreuzen sich undulatorische Bewegungen in verschiedenen Richtungen und verbinden sich mit succussorischen. In Lyell's *Principales of Geology* 3. edit. II. 206. 208. finden sich sehr bezeichnende Darstellungen dieser verschiedenen Klassen bei dem Erdbeben von Calabrien im Jahre 1783. Die Erdbeben selbst theilt man wie die *Vulkane in Central- und Reihenvulkane*, in *centrale und lineare*. Beispiele der ersten Art sind die Zerstörung von Oppido in Calabrien am 5. Februar im Jahre 1783, von Lissabon 1755, von Lima und Callao am 28. Oktober 1746, endlich das am Rhein am 23. Februar 1828. Bei den linear, nicht strahlenförmig wie die centralen sich fortplanzenden geschieht diese Fortpflanzung in der Regel in der Hauptlängenerstreckung eines Gebirges. Dies berichtet Palasson von dem Erdbeben am Fusse der Pyrenäen, Gray von dem Erdbeben am 18. November 1795 in England, welches von S. W. nach N. O. sich deutlich fortplanzte, auch Humboldt von den Erdbeben der Cordillerenkette und Küstenkette von Venezuela.

Das unterirdische Geräusch, welches so häufig Erdbeben begleitet, erstreckt sich bis zu sehr grossen Abständen, und pflanzt sich im festen Erdkörper fort, da es in Bergwerken und aus den Oeffnungen der Brunnen besonders stark vernommen wird. Bei dem Ausbruch des Morne Garou auf St. Vincent hörte man dies Geräusch in der Provinz Venezuela auf einen Flächenraum von 2200 geographischen Quadratmeilen fast überall in gleicher Stärke, in einer Entfernung von 210 Stunden am Rio Apure noch so stark als Kanonendonner. Die Erschütterungen selbst werden durch die Natur des sie fortplanzenden Bodens mannigfach modificirt, wie besonders Dolomieu an dem Erdbeben in Calabrien gezeigt hat. Theilen sich die Erschütterungen dem Meere mit, so entstehen die schon von Plinius angeführten plötzlichen Niveauveränderungen desselben, bei welcher, wie er sagt, das Meer sich selbst zu verschlingen scheint.

Die furchtbarsten Zerstörungen von Hafenstädten sind häufig durch solche nach einem Zurückziehen des Meeres eintretende Ueberfluthungen bewirkt worden. Bei dem Erdbeben von Lissabon war die in den Tajo eindringende Welle 40 Fuss über Fluthhöhe und auch bei Cadix die Aufregung des Meeres höchst verderblich. Bei dem Erdbeben, welches 1692 Jamaica traf, strandete dadurch eine Fregatte, the Swan in Kingston, am Hause des Lord Puke, ja im Jahre 1746 wurden bei Callao von 23 im Hafen befindlichen Schiffen 4 über die Mauer der Festung hinweg fast eine Stunde weit ins Land getrieben, da das Wasser 80 Fuss hoch stieg.

So wie es Erdbeben mit Vorzeichen giebt, so giebt es, wie das von Caraccas, auch welche ohne alle Vorzeichen. Entweichen irrespirabler Gase und Dämpfe und als Folge derselben ein Unruhigwerden vieler Thiere, Versiegen von Quellen, ein eigenthümliches Geräusch in der Luft gehören zu den letztern, während ein Zusammenhang mit der lokalen Witterung, dem Barometerstande, der elektrischen Spannung der Atmosphäre nicht erwiesen ist, da sich so viel Autoritäten dafür als dagegen anführen lassen.

Ueber den Zusammenhang der Erdbeben mit den Jahreszeiten haben wir von Hoff eine Zusammenstellung, welche 10 Jahre umfasst, 1821—1830, in Beziehung auf Basel eine von Merion, welche alle seit dem 11. Jahrhundert dort bekannten begreift. Die folgende Tafel enthält diese Data.

	Erdbeben.		Vulk. Ausbr.		Erdbeben in Basel.
	Nördl. Halb- kugel.	Südl. Halb- kugel.	Nördl. Halb- kugel.	Südl. Halb- kugel.	
Januar	31	2	1	—	12
Februar	36	—	2	1	14
März	31	1	2	—	6
April	29	1	1	2	5
Mai	33	3	—	—	11
Juni	33	1	1	—	3
Juli	20	3	2	1	7
August	31	2	1	—	8
Septbr.	24	3	—	—	12
October	41	2	1	2	11
Novbr.	26	1	1	1	14
Decbr.	34	1	4	1	15
Jahr	369	20	16	8	118

In Basel also im Winter (Decbr. bis Februar) 41

- Frühling 22

- Sommer 18

- Herbst 37

v. Hoff, Chronik der Erdbeben und vulkanischen Ausbrüche. Gotha 1841. 2 Vol. 8. als vierter Theil des grösseren Werkes: Geschichte der durch Ueberlieferungen nachgewiesenen Veränderungen

der Erdoberfläche, welches in seinen drei ersten Theilen ebenfalls die wichtigsten Data enthält.

Ungern Sternberg, Werden und Seyn des vulkanischen Gebirges. Carlsruhe 1825. 8.

Hoffmann, über die Vulkane und die mit ihnen verbundenen Erscheinungen. Hinterlassene Werke. Vol. II. p. 271—596.

v. Humboldt, über den Bau und die Wirkung der Vulkane in verschiedenen Erdtheilen. Abh. d. Berl. Acad. 1823. 137.

v. Buch, über die Natur der vulkanischen Erscheinungen auf den canarischen Inseln und ihre Verbindung mit andern Vulkanen der Erdoberfläche in der physikalischen Beschreibung der canarischen Inseln. p. 321.

In dem physikalischen Atlas von Berghaus befindet sich eine Darstellung der Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit auf der Erdoberfläche nach den Beobachtungen von v. Hoff. D.

Erdbebenmesser. Siesmometer. Der Zweck dieser Vorrichtung ist, die Richtung anzugeben, in welcher die Stösse eines Erdbebens erfolgen. Sie besteht aus einem langen schweren Pendel, welches entweder mit einem Farbpinsel an seinem untern Ende die Richtung des Stosses auf einer horizontalen Unterlage abzeichnet, oder diese in eine Sandschüssel einschreibt. Dies ist die von Solsano vorgeschlagene Einrichtung, welche neuerdings von Forbes (*on the theory and construction of a Seismometer or instrument for measuring earthquake shocks and other concussions.* Edinburg. Trans. 15. 1. 1841) verbessert worden ist. Zweckmässiger scheint das Princip des von Cacciatore angegebenen Instruments. Ein flaches, ebenes, kreisrundes Becken von Holz von 10 Zoll Durchmesser hat in seinem Rande 8 Oeffnungen, die gleich weit von einander abstehen. Bei dem Stoss läuft das Quecksilber über und durch eine Rinne in einen darunter stehenden Becher. Der Stoss erfolgt von der entgegengesetzten Seite des Bechers, in welchen das Quecksilber ausfloss. D.

Erde, Erdball, Erdkugel ist als Weltkörper im System der Sonne von derselben ab der dritte sie umkreisende Planet, und mit ihrem Monde zu einem Doppelstern verbunden. Ihre Bahn liegt zwischen der der Venus und des Mars; jene innerhalb, dieser ausserhalb der Erdbahn, und ist, wie bei allen Planeten, eine Ellipse. Fortgesetzt bis zum scheinbaren Himmelsgewölbe wird sie an demselben zur Ekliptik.

Der Abstand der Erde von der Sonne ist aus den Vorübergängen der Venus vor der Sonne abgeleitet, und hat wegen der Seltenheit der Erscheinung bis jetzt nur angenähert gefunden werden können. Ihre mittlere Entfernung beträgt nach Enke 20708000 geogr. Meilen, oder 24073 Erdhalbmesser = 214,68 Sonnenhalbmessern. Am 2. Juli jedes tropischen Jahres im laufenden Jahrhundert befindet sich die Erde in der Sonnenferne 21052150 Meilen abstehend, am 1. Januar in der Sonnennähe 20359950 Meilen von der Sonne entfernt, wobei die Parallaxe der Sonne, oder der Winkel, unter welchem der Erdhalbmesser im Sonnenmittelpunkt bei mittlerer Entfernung erscheint,

zu $8'',5684$ zum Grunde gelegt ist. Das Licht gebraucht, um diesen Weg zu durchlaufen 8 Minuten 13,15 Secunden, der Schall würde, wenn er dahin gelangen könnte, 15 Jahre gebrauchen. Wahrscheinlich werden spätere Beobachtungen diese Entfernung noch etwas grösser ergeben.

Ihre Bahn durchläuft die Erde siderisch in 365 Tagen 6 Stunden 9 Minuten 10,7496 Secunden. Die tropische Umlaufzeit, oder die Dauer eines bürgerlichen Jahres ist wegen der Zurückweichung der Nachtgleichen, etwas kürzer, und wegen derselben auch nicht ganz unveränderlich, so dass die Ungleichheit der Jahre im Laufe der Zeit um 38 Secunden verschieden sein kann. Im Jahre 1840 betrug die Dauer des tropischen Jahres 365 T. 5 St. 48 M. 47,5711 S. Während des nächsten Jahrhunderts wird es um $0'',595$ kürzer. Man nennt das tropische Jahr auch das Sonnenjahr. Im Mittel durchläuft die Erde täglich einen Bogen von $59' 8'',3$, doch wächst ihre Geschwindigkeit mit der Annäherung zur Sonne, und nimmt mit der Entfernung ab. In der Sonnennähe durchläuft sie täglich einen Bogen von $61' 10'',1$, in der Sonnenferne $57' 11'',7$. Stündlich beschreibt sie im Mittel einen Weg von 14828,5 Meilen, und somit rückt ihr Mittelpunkt in jeder Secunde 4,119 Meilen in der Bahn fort. Es ist dies ihre Revolutions-Geschwindigkeit.

Die Länge des Perihels der Erdbahn war 1840 $100^\circ 11' 27'',3$, und jährlich rückt dieser Punkt tropisch um $61'',47$ fort. Die Erde befindet sich jetzt, wie erwähnt, am 2. Juli im Perihel, nach 58 Jahren um einen Tag später, nach 21000 Jahren wieder wie jetzt. — Die Excentricität der Bahn im J. 1840 war 0,01677506 der mittleren Entfernung, ihre säculare Verminderung 0,00004299. Daraus folgt die grösste Mittelpunktsgleichung zu $1^\circ 55' 20'',5$ mit einer Abnahme von $17'',7$ in einem Jahrhundert.

Während die Erde diese Bahn um die Sonne beschreibt, dreht sie sich zugleich $365\frac{1}{4}$ mal um sich selber, und zwar so, dass ein Beobachter, ausserhalb der Erdbahn in ihrer Ebene stehend, die Gegenstände auf ihrer Oberfläche sich nach derselben Seite hin bewegend erblicken würde, nach welcher der Mittelpunkt hinschreitet. Allein die Achse der Drehung steht nicht senkrecht auf der Erdbahn, sondern ist gegen dieselbe unter einem Winkel geneigt, der im Jahre 1840 betrug $66^\circ 32' 24'',2$; dieser Winkel wird jährlich um $0'',4758$ grösser, bis er auf etwa 69° steigt, dann nimmt er langsam wieder ab bis auf etwa 63° ; dies sind die Grenzen der Schwankung. Es ergibt sich daraus, dass der Erdäquator die Ekliptik unter einem Winkel von $23^\circ 27' 35'',8$ (im J. 1840) schneidet. Es ist dies die Schiefe der Ekliptik. — Während der Drehung und Umwälzung der Erde um die Sonne bleibt die Achse sich stets parallel, bis auf eine kleine Aenderung, welche, weil die Ebene des Aequators rechtwinklig auf der Achse steht, zugleich den Durchschnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik ändert. Der aufsteigende Knoten derselben hat stets 0° der Länge, weicht aber jährlich um $50'',221$ zurück nach Westen, so dass der Knoten sich der Erde entgegen bewegt. Doch ist dies Zurückweichen nicht gleichförmig. Demgemäss bleibt die Erdachse nicht immer gegen denselben Stern gerichtet, sondern sie beschreibt im Laufe vieler Jahrhunderte um den Pol der Ekliptik

bezeichnet. Die geographische Länge, d. h. der Abstand eines Meridians von irgend einem, der als der erste angenommen ist, wird auf dem Aequator oder dem Parallel gemessen. Die Sonne steht in der Ekliptik, wir wollen hier annehmen, links in der Linie CS , aber mehr als 24000mal so weit, als CW gross ist, entfernt, so wird sie die halbe Erde beleuchten, und die Beleuchtungsgrenze wird auf der uns zugewendeten Halbkugel der Erde LL' sein, auf der andern Seite ihr gegenüber liegen. Diese Stellung der Erde, wo eine Ebene, durch die Achse CC' der Ekliptik und durch die Erdachse gelegt, durch die Sonne geht, ist die Stellung zur Zeit des Solstitiums, das heisst, des Sommer- oder Winter-Anfanges, und wenn wie hier, der Nordpol A der Erde, zwischen dem Pol der Ekliptik und der Sonne liegt, die des Sommer-Solstitiums, welches die Erde am 21. Juni erreicht. Links hinter der Sonne liegt dann in der Ekliptik der Anfangspunkt vom Zeichen des Krebses, oder die Länge der Sonne ist 90° .

Wer in W steht, wendet die Füsse dem Mittelpunkte der Erde C zu, und hat daher die Sonne im Scheitelpunkte. Es ist für ihn Mittag, aber auch zugleich für den ganzen Meridian $APWGVLA'$. Indem die Erde sich um die Linie AA' dreht, kommen nach und nach andere Punkte der Kugel an die Stelle von W , deren jedem die Sonne, sobald er die Stelle erreicht hat, im Scheitel steht; aber alle diese Punkte liegen im Kreise, den WW' darstellt. Bei dieser Lage ist der Winkel WCG die Schiefe der Ekliptik, WCA der Winkel, den die Erdachse mit der Ekliptik macht, daher $WG = 23^\circ 27' 35''$, welche Grösse wir mit d bezeichnen wollen, und $WCA = 90^\circ - d$. Obgleich alle Punkte des Meridians AWA' Mittag haben, so steht ihnen die Sonne doch nicht gleich hoch über dem Horizonte. Unter 50° Breite z. B., in b bildet die Tangente a den Horizont, die Linie bc geht nach der Sonne, und der Winkel abc ist die Mittagshöhe der Sonne, $= h$. Dann ist $cbC + bcW = 180^\circ$, und weil $abC = 90^\circ$ so ist $abc + bcW = 90^\circ$, daher abc oder $h = 90^\circ - bcW$. Es ist aber $bcW = Gcb - GCW$. Bezeichnen wir Gcb oder die geographische Breite des Ortes b mit φ , so ist $bcW = \varphi - d$, und somit $h = 90^\circ - (\varphi - d)$. In den Punkten L und L' ist die Mittagshöhe der Sonne für diese Stellung 0, d. h. sie befindet sich im Horizonte.

Bei der Drehung der Kugel um AA' befindet sich der Punkt G genau eben so lange im Lichte, als im Schatten, denn $GC = CG'$. Jeder Punkt auf der nördlichen Halbkugel ist länger im Lichte, als im Schatten, z. B. W , denn $W\omega$ ist grösser als $\omega W'$. Die Tage sind daher länger als die Nächte, um so mehr je grösser die Breite des Ortes ist. Alle Punkte der Kreise PL streifen bei der Drehung nur die Schattengränze, und haben daher gar keine Nacht, eben so wenig die innerhalb PL nach A hin gelegenen Punkte. Da $ACL = WCG = d$, so ist die Breite des Punktes $L = 90^\circ - d = WCA = 66^\circ 32' 24''$. Der Kreis PL heisst der nördliche Polarkreis. Der Kreis WW' der Wendekreis des Krebses, dessen Breite $= d$. Auf der südlichen Halbkugel verhält es sich gerade umgekehrt; die Tage sind kürzer als die Nächte. Der Punkt V z. B. ist von V bis v im Lichte, von v bis V' im Schatten, eben so auf der andern

Seite. Der Punkt L' streift nur an die Lichtgrenze, und hat daher gar keinen Tag, eben so alle Punkte des Kreises $L'P'$ und alle innerhalb desselben um A' gelegenen Punkte. Es ist dies der südliche Polarkreis. Innerhalb des Meridians $ALW'G'V'P'A'$ ist es Mitternacht, und man sieht hier die nach S' gelegenen Sterne mitten am Himmel, in der Ekliptik den Steinbock.

Man denke sich nun unsere Zeichnung, ohne ihre Stellung zu ändern, in der Ekliptik um einen Viertelkreis fortgerückt, so dass sie nun hinter der Sonne steht, und die ganze uns zugewendete Halbkugel der Erde von ihr beleuchtet wird. Die Linie vom Mittelpunkt der Sonne nach C steht dann senkrecht auf der Fläche des Papiers, die Beleuchtungsgrenze fällt in den Umfang der Figur; die vordere Seite hat Tag, die hintere Nacht. Es ist dies die Stellung für das Herbst-Aequinoctium, den 23. September; die Linie von der Erde nach der Sonne trifft verlängert den Anfangspunkt vom Zeichen der Wage in der Ekliptik.

Die Sonne steht scheinbar über C , und daher hat dieser Punkt Mittag, wie alle Punkte der Linie ACA' . Bei der Drehung müssen alle Punkte des Kreises GCG' nach und nach an die Stelle des Punktes C treten, und somit werden alle Punkte des Aequators unter der Sonne fortgeführt. Jeder Punkt der Kugel verweilt eben so lange im Lichte, als im Schatten, und auf der ganzen Erde ist Tag und Nacht gleich. Man führe nun die Erde oder unsere Zeichnung in Gedanken abermals um einen Viertelkreis hinter der Sonne fort, ohne die Stellung der Erde zu ändern, dann steht die Sonne rechts von derselben nach S' hin, und eine Ebene durch die Achsen der Erde und der Ekliptik geht abermals durch die Sonne, aber der Pol der Ekliptik liegt zwischen dem Drehungspol und der Sonne. Es ist die Stellung für das Wintersolstitium den 21. December, und eine Linie von der Erde nach der Sonne trifft in der Ekliptik den Anfangspunkt des Steinbocks. Jetzt ist nun in unserer Figur die Seite rechts beleuchtet, welche dunkel bezeichnet ist, dagegen hat die andere Nacht, welche weiss bezeichnet ist. Nunmehr verhält sich Alles umgekehrt, wenn wir die Stellung mit der im Sommersolstitium vergleichen. Wo damals kurze Tage waren, sind jetzt kurze Nächte, und zwar von gleicher Dauer. Der Meridian $ALW'G'V'P'A'$ hat Mittag, in V' steht die Sonne im Zenith, und alle Punkte des Kreises VvV' treten bei der Drehung in die Stelle von V' . Dieser Kreis heisst der Wendekreis des Steinbocks. An jeder anderen Stelle des Meridians ist die Mittagshöhe der Sonne eine andere. In b' z. B. stellt die Tangente a den Horizont vor, $b'c'$ geht nach der Sonne, $a'b'c'$ ist daher die Mittagshöhe derselben. Nun ist $c'b'C + b'CV' = 180^\circ$, $a'b'C = 90^\circ$, daher $c'b'a' + b'CV' = 90^\circ$, und $b'c'a' = 90^\circ - b'CV'$. Es ist aber $b'CV' = G'Cb' + V'CG' = \varphi + d$, somit $b'c'a' = 90^\circ - (\varphi + d) = h$. Unter derselben Breite φ ist

$$\text{im Sommer } h = 90^\circ - (\varphi - d)$$

$$\text{im Winter } h = 90^\circ - (\varphi + d),$$

daher ist h im Winter um $2d$ kleiner als im Sommer. Von diesem Beleuchtungswinkel ist aber die Wärme-Entwicklung abhängig, welche mit dem Winkel wächst, daher die niedrige Temperatur des Winters im Verhältniss zu der des Sommers.

Bewegen wir die Zeichnung abermals um einen Viertelkreis vorwärts, so steht alsdann die Sonne senkrecht hinter C, so dass die Beleuchtungsgrenze in den Umfang der Figur fällt, die hintere Seite beleuchtet, die uns zugewendete aber dunkel ist. Jetzt verhält sich, wenigstens in Bezug auf die Dauer des Tages und der Nacht, wie der Erwärmung alles eben so, wie zur Zeit der entgegengesetzten Lage der Sonne; es ist das Frühlings-Aequinoctium, und eine Linie von der Erde durch die Sonne gezogen trifft, verlängert, den Anfangspunkt vom Zeichen des Widders oder, was dasselbe ist, den Nullpunkt der Ekliptik. Es ist dies der aufsteigende Knoten der Sonne in Bezug auf die Ebene des Aequators.

Die beiden Zonen um die Pole bis zu den Polarkreisen heissen die kalten Zonen; die zwischen den Polar- und Wendekreisen gelegenen sind die gemässigten; die zwischen den beiden Wendekreisen liegende Zone, welche der Aequator in zwei gleiche Hälften theilt, ist die heisse Zone der Erde.

Da die Erde sich in der Sonnennähe befindet, wenn die südliche Halbkugel Sommer hat, so empfängt sie alsdann etwas mehr Licht und Wärme von der Sonne, als wenn die nördliche Halbkugel Sommer hat, und der Sommer der südlichen Halbkugel wird daher etwas heller und wärmer sein, als der der nördlichen, nämlich im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung; es verhalten sich aber jene Entfernungen wie 1,017 : 0,983, die Quadrate wie 1,03 : 0,97, und es ist daher der südliche Sommer nur um 0,06 wärmer als der nördliche, dafür aber auch kürzer. Weil nämlich die lange Achse der Erdbahn nicht mit den Solstitialpunkten zusammenfällt, und die Erde sich in der Sonnennähe schneller bewegt, als in der Sonnenferne, die Sonnennähe aber Anfangs Juli fällt, so wird das Sommerhalbjahr der nördlichen Halbkugel kürzer, als ihr Winterhalbjahr. Es beginnen aber die Jahreszeiten mit dem Momente, in welchem der Erdmittelpunkt die vorher angegebenen Aequinoctial- und Solstitialpunkte in der Ekliptik erreicht. Hiernach währt für die nördliche Halbkugel:

der Frühling von der Frühlings-Nachtgleiche bis	
zum Sommersolstitium	= 92,91 Tage
der Sommer vom Sommersolstitium bis zur Herbst-	
Nachtgleiche	= 93,57 -
der Herbst vom Herbst-Aequinoctium bis zum Win-	
tersolstitium	= 89,70 -
der Winter vom Wintersolstitium bis zum Früh-	
lings-Aequinoctium	= 89,07 -
daher die ersten beiden zusammen, oder das Som-	
mer-Halbjahr	= 186,48 -
die beiden letzten zusammen, oder das Winter-	
Halbjahr	= 178,77 -
Unterschied	<u>7,71 Tage.</u>

Die Gestalt und Grösse der Erde hat zu sehr vielen und höchst ausgedehnten Untersuchungen Veranlassung gegeben. Dass sie ein runder kugelähnlicher Körper sei, wurde schon aus der Thatsache, dass entfernte Gegenstände um so mehr hinter dem Horizonte

versinken, je weiter man sich von ihnen entfernt, so wie aus der Gestalt des Erdschattens, wie er sich bei Mondfinsternissen zeigt, gefolgert. Genauere Untersuchungen führten dann darauf, dass diese Kugel unter den Polen abgeplattet sein müsse, oder, was dasselbe ist, dass die Drehungsachse kleiner sei, als der Durchmesser des Aequators, dass die Meridiane daher Ellipsen seien, deren kurze Achse mit der Drehungsachse zusammen fallen, und dass die Erde betrachtet werden könne wie ein Körper, der durch Umdrehung einer solchen Ellipse um diese Achse entstanden sei. Die Untersuchungen, aus welchen sich dies Resultat ergeben hat, lassen sich unter folgende Abtheilungen bringen.

1. Theoretische Untersuchungen. Unter der Voraussetzung, dass die Erde ursprünglich ein flüssiger Körper gewesen sei, muss ihre Materie sich zur Kugel geformt haben, und ohne irgend eine andere Einwirkung hätte sie von dieser Form nicht abweichen können. Hat aber jene Kugel sich um eine Achse gedreht, so muss die Schwungkraft die Theile von der Achse um so mehr entfernt haben, je weiter sie schon durch die Form von ihr entfernt waren, und somit haben sich die Theile unter dem Aequator am weitesten von der Achse entfernt, weniger die ihm benachbarten, und so bis zu den Polen hin, wo die Schwungkraft Null ist. Das Bestreben, die Kugelgestalt wieder herzustellen, wirkt der Schwungkraft entgegen, und setzt ihr eine gewisse Grenze, durch welche die Gestalt des Umdrehungs-Ellipsoids bestimmt wird. Die Frage ist auf sehr verschiedene Weise behandelt worden. Newton fand das Verhältniss der Achse zum Durchmesser des Aequators wie 229 : 230, Huygens wie 577 : 578. Mac-Laurin und Clairaut bewiesen, dass nur ein elliptisches Sphäroid entstehen könne, bei welchem die Summe der Applattung und der Vermehrung der Schwere vom Aequator zum Pole $\frac{2}{3}$ des Verhältnisses der Schwungkraft zur Schwere unter dem Aequator betragen müsse. D'Alembert, Le Gendre und La Place haben die Frage gleichfalls behandelt; Le Gendre findet das Verhältniss wie 305,6 : 306,6; La Place's Formel giebt 308 : 309 und unter einer andern Voraussetzung 358,54 : 359,54; Ivory findet es wie 288 : 289, welches zugleich das Verhältniss der durch die Schwungkraft unter dem Aequator verminderten Schwere zu der unter den Polen ist.

2. Gradmessungen. Man stelle sich zwei Punkte auf der Erde vor, grösserer Leichtigkeit wegen so liegend, dass der eine genau südlich von dem anderen entfernt ist. Werden die Polhöhen beider Orte genau gesucht, so ist der Unterschied derselben zugleich der Unterschied ihrer geographischen Breiten, und man erhält daraus, wie weit beide in Graden und deren Theilen eines Meridians von einander abstehen. Wird dann der Abstand durch geodätische Operationen in irgend einem beliebigen Maasse gesucht, so lässt sich alsdann finden, wie viele Theile dieses Maasses auf einen Grad gehen, und man erhält so die Grösse eines Breitengrades.

Lägen beide Orte in demselben Parallelkreise, der eine also östlich von dem anderen, und man bestimmte genau ihre geographischen Längen, so würde man durch Anwendung geodätischer Messungen

eben so die Grösse eines Längengrades auf dem Parallelkreise erhalten.

Es theilen sich daher die Gradmessungen in Breiten- und Längengradmessungen. Auf einer vollkommenen Kugel müssen alle Breitengrade gleich gross sein, weil jeder $\frac{1}{360}$ eines Kreises ist. Wenn aber der Meridian eine Ellipse ist, so wird dies nicht der Fall sein, sondern sie müssen grösser werden, je mehr man sich den Polen der kürzeren Achse nähert. Ist daher die Drehungsachse der Erde kleiner als der Durchmesser des Aequators, so müssen die nördlichen Breitengrade grösser sein, als die südlichen, und ist das Verhältniss zweier, und deren geographische Breite bekannt, so lässt sich das Verhältniss der Achse zum Durchmesser daraus berechnen. Die Längengrade werden auf einer vollkommenen Kugel abnehmen, wie die Cosinus der geographischen Breite, bei elliptischen Meridianen nach einem anderen Verhältnisse, aus welchem sich aber das Maass der Ellipticität finden lässt. Wir werden die Untersuchungen nach beiden Beziehungen in der Kürze darstellen.

a) Breitengrad-Messungen. Seit Eratosthenes (geb. 276 v. Chr. G.), der die erste unvollkommene Messung veranstaltete, sind im Laufe der Zeit, besonders aber in der letzteren eine ansehnliche Zahl solcher Messungen durchgeführt, mit immer vollkommeneren Mitteln und nach besseren Methoden. Die älteren sind, so weit dies möglich, revidirt, und von neuem in Rechnung genommen worden. Es sind Gradmessungen unter dem Aequator in Amerika, und in Lappland, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Italien, Oesterreich, Ostindien, Egypten, Nordamerika, England, Frankreich, Spanien, Dänemark, Deutschland, Preussen, Russland, und in manchen dieser Länder mehr als eine ausgeführt worden. Da unter sehr verschiedenen Breiten gemessen war, so ergab jede eine andere Grösse für den Werth eines Grades, und im Allgemeinen fanden sich die nördlichen Grade grösser als die südlichen. Verbindet man aber zwei derselben, indem man sie, ohne die geographische Breite zu ändern, als zu demselben Meridian gehörig denkt, so ergibt jedes Paar eine andere Ellipse, und daher eine andere Abplattung, und die Differenzen sind weit grösser, als die mögliche Fehlergrenze der Messungen sie gestattet. Man erhält eine Abplattung zwischen $\frac{1}{148}$ und $\frac{1}{500}$, ja die beiden Messungen in England, die sehr genau ausgeführt wurden, ergeben sogar eine Aequatoreal-Abplattung von $\frac{1}{55}$. Aus 18 Combinationen der sichersten Gradmessungen wurde eine Abplattung von $\frac{1}{307,7}$ abgeleitet, und mit Ausschluss der am meisten abweichenden die von $\frac{1}{304,9}$ u. s. w. Man hat auf diesem Wege sehr verschiedenartige Resultate erhalten, indessen geben sie fast alle einen Bruch, dessen Nenner etwas über 300 beträgt. Neuerlichst hat Bessel nach einer eigenthümlichen Methode dasjenige Rotationsphäroid gesucht, welches den vorhandenen Messungen von Meridianbögen der Erde

am meisten entspricht, und hat dazu 10 der genauesten berichtigten Gradmessungen benutzt. Hiernach ist:

die halbe Drehungsachse der Erde = 3261139,33 Toisen,
 der halbe Durchmesser des Aequators = 3272077,14
 daher beide zu einander wie 298,1528 zu 299,1528, oder die Ab-

plattung $\frac{1}{299,1528}$.

Die Länge des Erdquadranten ist = 5131179,81 Toisen oder 4000855,76 Metres, mit der wahrscheinlichen Unsicherheit von 498,23 Metres.

Man erhält die Länge eines Meridiangrades, dessen mittlere Polhöhe = φ durch die Formel:

$$m = 57013,109 - 286,337 \cos 2\varphi + 0,611 \cos 4\varphi - 0,001 \cos 6\varphi,$$

und die Länge eines Grades auf dem Parallel durch:

$$p = 57156,285 \cos \varphi - 47,825 \cos 3\varphi + 0,060 \cos 5\varphi.$$

Für Berlin, wo $\varphi = 52^\circ 30' 16''$, ist $m = 57086,73$ und $p = 34835,20$ Toisen.

Ein solches Rotationssphäroid entspricht der mathematischen Gestalt der Erde am meisten. Denken wir uns dasselbe um die Erde herum gelegt, so wird ihre wirkliche Oberfläche von der Oberfläche desselben aber mannigfach abweichen, und bald darüber hinausragen, bald mehr oder weniger darunter bleiben, doch sich nirgend weit davon entfernen. Wie viel diese Abweichung aber beträgt, ob sie nur ein kleiner Theil der Abplattung ist, lässt sich noch nicht bestimmen. Nur das lässt sich behaupten, dass die Erde im Ganzen genommen eine solche Gestalt hat, übrigens aber ein unregelmässiger Körper ist, so dass die Meridiane zwar Ellipsen sind, aber unregelmässige, und sich einander nicht gleichen.

b) Längengrad-Messungen. Wir besitzen deren bisher nur wenige, weil es viel schwerer hält, die Länge genau zu bestimmen, als die Breite. Aus den wenigen genauen ergibt sich eine Abplat-

tung von $\frac{1}{271,31}$ bis $\frac{1}{292}$, also grösser, als die aus den Breitengraden,

wobei angenommen ist, dass der Aequator, wie die Parallelen, vollkommene Kreise sind. Dies ist indessen bis jetzt nur theoretisch gefolgert, und nirgend bewiesen. So weit sie das Wasser treffen, müssen sie allerdings wegen der Drehung der Erde kreisförmig sein; ob aber das Land dieselbe Krümmung hat, steht dahin, und da die Meridiane nicht gleiche und regelmässige Ellipsen sind, müssen die Parallelen vom Kreise abweichen. Die Längengrad-Messungen scheinen sich daher nicht besonders zur Ermittlung der Gestalt der Erde zu eignen.

3 Pendelschwingungen. Wenn der Durchmesser des Aequators grösser ist, als die Achse, so kann unter dem Aequator die anziehende Kraft der Erde nicht so gross sein, als unter dem Pole, und in beiden wird sich die Schwere verhalten, wie die Achse zum Durchmesser, oder wie die Hälften beider. Eben so wie die Schwere müssen sich auch die Längen derjenigen Pendel verhalten, welche an beiden Orten in einer Secunde eine Schwingung machen. Nehmen wir nun zugleich auf die durch die Drehung erzeugte Schwingkraft

Rücksicht, so nimmt die Schwere vom Aequator nach den Polen zu, wie die Quadrate des Sinus der Breite, und wenn die Pendellänge unter dem Aequator x heisst, die Zunahme derselben unter dem Pole y , und die unter den Breiten φ und ψ gemessenen Pendellängen l und L heissen, so ist $l = x + y \sin^2 \varphi$ und $L = x + y \sin^2 \psi$, und hieraus $y = \frac{L-l}{\sin(\psi+\varphi) \sin(\psi-\varphi)}$, woraus sich dann x bestim-

men lässt, und die Abplattung wird sein $\frac{y}{x}$, wenn die Erde gleichförmig dicht wäre. Dies ist nicht der Fall, sondern die Dichtigkeit nimmt höchst wahrscheinlich nach dem Mittelpunkt hin zu. Für diesen Fall hat Clairaut bewiesen, dass die Zunahme der Schwere am Pole nebst der Excentricität gleich ist dem $2\frac{1}{2}$ fachen des Verhältnisses der Schwerkraft unter dem Aequator zur Schwere. Heisst die Excentricität des Erdellipsoids e , das Verhältniss der Schwerkraft unter dem Aequator zur Schwere k , so ist $\frac{y}{x} + e = 2,5k$, und $e = 2,5k - \frac{y}{x}$, woraus die Abplattung leicht zu finden ist.

Es sind in neueren Zeiten eine grosse Zahl von Pendelmessungen veranstaltet worden. Aus den französischen Beobachtungsreihen fand Mathieu die Abplattung zu $\frac{1}{298,2}$, und mit Weglassung einer unsichern Beobachtung $\frac{1}{292,89}$, La Place fand $\frac{1}{306,75}$, Biot $\frac{1}{304}$. Kater erhielt Bestimmungen, welche zwischen $\frac{1}{597,5}$ und $\frac{1}{229,6}$ liegen, als mittleres Resultat $\frac{1}{333,71}$, und mit Weglassung einer unsichern Beobachtung $\frac{1}{319,82}$, Sabine fand sie zwischen $\frac{1}{312,6}$ und $\frac{1}{314,3}$, aus Freycinets Beobachtungen folgte $\frac{1}{272,1}$ und mit Weglassung einiger anomalen $\frac{1}{286,2}$. Die umfassendste Reihe von Beobachtungen hat Sabine geliefert, aus welchen sich $\frac{1}{288,4}$ ergibt, und diese, combinirt mit den französischen Messungen geben $\frac{1}{288,7}$, eine Reihe Beobachtungen von Basil Hall, Foster und Brisbane ergibt $\frac{1}{288,96}$ oder fast genau die Abnahme der Schwere unter dem Aequator. Ein hinderlicher Umstand ist dabei, dass die geognostische Beschaffenheit der obersten Schichten des Bodens auf die Schwingungen von Einfluss ist, vulkanische Gesteine wirken beschleunigend, aufgeschwemmter Boden entgegengesetzt.

Aus allen obigen Beobachtungen ergibt sich indessen allerdings eine Polarabplattung von etwa $\frac{1}{300}$ *). Was sich ausserdem noch aus

*) Das arithm. Mittel obiger Angaben ist $\frac{1}{300,1}$.

den einzelnen Beobachtungsreihen ergeben hat, besteht in Folgendem: Die südliche Halbkugel der Erde unterscheidet sich hinsichtlich ihrer Abplattung nicht merklich von der nördlichen, etwa nur wie $\frac{1}{280}$ zu

$\frac{1}{282}$. Die Parallelen haben keine regelmässige Krümmung, und die Erde kann daher nicht als ein regelmässiges Revolutions-Sphäroid angesehen werden. Auch nach diesen Ergebnissen ist die mathematische oder ideale Form der Erde von ihrer wirklichen zu unterscheiden. Indessen führen die Pendellängen fast genau auf dieselbe Gestalt, als die Gradmessungen, und man wird deshalb die obigen von Bessel angegebenen Dimensionen des Erdsphäroids für diese ideale Gestalt sehr nahe auch als aus den Pendelschwingungen hervorgegangen betrachten können.

4. Mondsgleichungen. Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so würde die Anziehung des Mondes gegen alle Punkte gleich sein, nicht so, wenn Achse und Durchmesser der Erde verschieden sind. Diese Verschiedenheit der Anziehung muss sich in der Mutation bemerklich machen, und die Abplattung daraus finden lassen.

v. Lindenau fand dieselbe daraus $\frac{1}{315,82}$. Auch die Parallaxe des Mondes müsste bei seinem verschiedenen Stande auf der kugelförmigen Erde stets gleich sein; auf der abgeplatteten müssen sich Verschiedenheiten zeigen, deren Grösse von der Grösse der Abplattung abhängig ist, welche letztere daraus gefunden werden kann. La Place berechnete sie daraus zu $\frac{1}{305,5}$ und $\frac{1}{304,6}$. Aus den Ungleichheiten des Mondes in der Länge und Breite fand er bei Benutzung vieler Tausende von Beobachtungen die Abplattung zu $\frac{1}{299,1}$, also genau eben so gross, als Bessel sie aus den Gradmessungen gefunden hat. Da hiernach Bessel's Bestimmungen sich allen Beobachtungen am besten anschliessen, so legen wir sie bei den folgenden Berechnungen zum Grunde.

Dimensionen des Erdkörpers.

Der halbe Durchmesser des Aequators ist = 3272077,14 Toisen, oder 859,4367 geogr. Meilen.

Der ganze Durchmesser desselben ist = 6544154,28 Toisen, oder 1718,8734 geogr. Meilen.

Der Umfang des Aequators, denselben als Kreis genommen = 20559066,9865 Toisen.

Daraus ergibt sich die Grösse eines Grades unter dem Aequator = 57108,5194 Toisen = 15 geogr. Meilen.

Hieraus ferner die geographische Meile zu 3807,2346 Toisen, oder 22843,4077 Pariser Fuss.

Die halbe Achse der Erde ist = 3261139,33 Toisen, oder 856,5637 geogr. Meilen.

Die ganze Achse der Erde ist = 6522278,66 Toisen, oder 1713,1274 geogr. Meilen.

Unterschied der Achse und des Durchmessers = 21875,62 Toisen, oder 5,7460 geogr. Meilen.

Die Excentricität ist = 0,00816984.

Der Quadrant eines Meridians enthält 5131179,81 Toisen, oder 1350,3711 geogr. Meilen.

Ein ganzer Meridian enthält rings um die Erde 20524719,24 Toisen, oder 5401,4845 geogr. Meilen.

Die Oberfläche dieses Ellipsoids enthält 9279848,422 geogr. Quadratmeilen. Eine vollkommene Kugel vom Durchmesser des Aequators würde deren 9281910,4, und eine vom Durchmesser der Achse 9219960,2 enthalten.

Körperlicher Inhalt dieses Ellipsoids 2650180306 geogr. Kubikmeilen.

Während einer mittleren Secunde durchläuft ein Punkt des Aequators 239,76 Toisen.

Masse der Erde. Sehr häufig wird die Masse der Erde als die Einheit angenommen, nach welcher die der anderen Weltkörper bestimmt wird. Zweckmässiger ist es, im Sonnensysteme die Masse der Sonne als die Einheit zu betrachten, welche nach den neuesten Bestimmungen 345936mal grösser ist, als die der Erde.

Anziehung der Erde. Sie steht bekanntlich im Verhältniss der Massen und im umgekehrten Quadrate der Entfernung bei allen Körpern. Bei den auf der Erde befindlichen Körpern bewirkt sie die Schwere, vermittelt welcher alle sich nach dem Mittelpunkte der Anziehung hin zu bewegen streben, und entweder fallen, oder auf ihre Unterlage drücken. Die Bewegung wird eine beschleunigte, und der Weg innerhalb einer gegebenen Zeit, den der fallende Körper durchläuft, wird um so grösser sein, je grösser die Anziehung, d. h. die Schwerkraft ist. Der Druck eines Körpers auf seine Unterlage, oder das Gewicht eines Körpers hängt von der Schwerkraft ab, multiplicirt mit seiner Masse. Bei gleich bleibender Schwerkraft verhalten sich daher die Massen irdischer Körper, wie ihre Gewichte. Auf einer vollkommenen stillstehenden Kugel würde die Schwerkraft unter Voraussetzung gleichförmig vertheilter Dichtigkeit derselben an allen Punkten der Oberfläche gleich sein, und nur mit der Entfernung von dieser Oberfläche würden sie sich ändern. Auf einem Berge ist sie geringer, als an der Oberfläche des Meeres. Eben desshalb ist sie an der Oberfläche eines Ellipsoids nicht gleich, und wird bei der Erde unter dem Aequator geringer sein, als unter den Polen, und zwar verhält sie sich an beiden Punkten, wie die Achse zum Durchmesser. Allein auch bei einer vollkommenen Kugel bleibt die Schwerkraft nicht an allen Punkten der Oberfläche gleich, wenn sie sich dreht, weil die Schwungkraft die Schwere vermindert, und zwar unter dem Aequator um $\frac{1}{289,9}$ der Schwere

unter den Polen. Diese Verminderung nimmt ab, wie das Quadrat des Cosinus der Breite. Vermöge der Abplattung aber wächst die Schwere um eine Grösse, welche dem Quadrate des Sinus proportional bleibt. Heisst der Fallraum eines Körpers in der ersten Secunde unter dem Aequator g , und unter der Breite $\varphi = g'$, so ist $g' = g(1 + 0,0069026 \dots \text{Sin.}^2 \varphi)$. Unter der Breite von 45° ist g , oder fällt ein Körper in der ersten Secunde 15,0933 pariser Fuss,

und seine Endgeschwindigkeit = $2g$ ist 30,1865 par. Fuss. Mit grösster Genauigkeit hat Bessel diese Grösse g' für das magnetische Observatorium der Sternwarte zu Berlin auf 15,10377 par. Fuss bestimmt, wodurch $2g$ oder die Constante der Schwerkraft für Berlin wird = 30,20754 par. Fuss. Von dieser Schwerkraft ist zugleich die Pendellänge abhängig, welche demnach unter den verschiedenen Breiten, und mit der geänderten Höhe über dem Meere eine andere sein wird. Am Aequator hat das einfache Secundenpendel eine Länge von 439,258 par. Linien, unter dem Pole 441,562 par. Linien. Der ganze Unterschied beträgt 2,304 par. Linien. Eine Pendeluhr, welche unter dem Aequator richtige Secunden angäbe, würde, nach dem Pole gebracht, täglich um 3' 43" voreilen. Für das magnetische Observatorium der Sternwarte zu Berlin hat Bessel mit grosser Schärfe die Länge des einfachen Secundenpendels auf 440,7354 par. Linien bestimmt; und den Horizont des Meeres reducirt zu 440,7389. Für die Sternwarte zu Königsberg in Preussen auf 440,8147 pariser Linien, und auf den Meeres-Horizont reducirt auf 440,8179 pariser Linien. Es sind dies die zuverlässigsten Bestimmungen, welche wir besitzen.

Dichtigkeit der Erde. Wäre die Erde eine gleichförmig dichte Kugel, so müsste ihre Abplattung $\frac{1}{230}$ betragen, und selbst noch darüber. Dies ist nicht der Fall, und am naturgemässesten ist es wohl, sich die Dichtigkeit von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte hin zunehmend zu denken, weil die äusseren Schichten auf die inneren drücken. Obgleich grosse Geometer versucht haben, die Dichtigkeit der Erde theoretisch zu bestimmen, so stehen einer genauen Ermittlung doch zu grosse Schwierigkeiten entgegen. La Place fand auf diesem Wege als mittlere Dichtigkeit 4,761 des Wassers, Ivory 5,48. Weil die Zunahme der Schwere auf der Erdoberfläche wirklich den Quadraten der Sinus der Breiten ziemlich genau proportional ist, so lässt sich eine im Ganzen regelmässige Lagerung der elliptisch-sphäroidischen Schichtungen der Erde um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt nicht bezweifeln. Hierdurch wird es möglich, die mittlere Dichtigkeit der Erde aus der Anziehung zu finden, welche sie und ein anderer Körper von bekannter Dichtigkeit gegen einen dritten Körper äussern, wenn zugleich das Verhältniss der Massen der ersten beiden bekannt ist. Ihre Anziehungen müssen sich verhalten, wie ihre Massen, und umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen. Heissen die Massen M und m , die Entfernungen R und r , die Anziehungen G und g , wovon G den Fallraum in der ersten Secunde auf der Erde bezeichnet, die Dichtigkeiten D und d , so ist $G : g = \frac{M}{R^2} : \frac{m}{r^2}$, und $D : d = \frac{M}{R^3} : \frac{m}{r^3}$.

Maskelyne und Hutton untersuchten, um wie viel der Berg Shehallien ein freihängendes Loth seitwärts lenkte. Es wurde von zwei Kräften gespannt, von der Anziehung der Erde, und von der des Berges, und erhielt sich daher in der Diagonale des Parallelogramms beider Kräfte, deren Verhältniss aus den Seiten bestimmt wurde. Das Loth wurde 11",6 abgelenkt, woraus sich beide wie

1 zu 17781 ergaben, oder mit Berücksichtigung der Schwingkraft wie 1 zu 17804. Die Anziehung der Erde zu der des Berges ermittelte er wie 9938 zu 1. Die beiderseitigen Dichtigkeiten müssen sich daher wie 17804 zu 9938 verhalten, oder nahe wie 9 zu 5. Die mittlere Dichtigkeit des Berges zu 2,5 gesetzt, ergiebt die mittlere Dichtigkeit der Erde zu 4,481; setzt man sie zu 2,75, so erhält man 4,95, und nimmt man sie zu 3 an, so ist sie = 5,377. Playfair suchte die mittlere Dichtigkeit des Berges möglichst genau zu bestimmen, und berechnete daraus die Dichtigkeit zu 4,713, und mit richtigern Bestimmungen für die Dimensionen der Erde 4,711. Carlini fand die Anziehung des Montcenis aus Pendelmessungen, und daraus die mittlere Dichtigkeit der Erde zu 4,39. Auf einem ganz andern Wege, nämlich mittelst der Drehwage, fand Cavendish dieselbe = 5,48, oder nach Muncke's Berichtigung 5,448. Reich in Freiberg hat diese Beobachtungen auf eine zuverlässigere Weise angestellt, daraus die Dichtigkeit = 5,44 gefunden, welche Zahl als die sicherste Angabe gelten muss. Da die uns bekannten Gesteine der Erdrinde ein spezifisches Gewicht zwischen 2 und 3 haben, so muss das Innere der Erde viel dichter sein als ihre Rinde, und es ist möglich, dass der Kern metallisch ist.

Erleuchtung der Erde. Die Erde erhält ihre ganze Erleuchtung von der Sonne, da auch das Mondlicht nur vermitteltes Sonnenlicht ist, das Sternenlicht aber nur sehr wenig zu ihrer Beleuchtung beiträgt. Indessen ist auch das Mondlicht gegen das Sonnenlicht gehalten nur sehr schwach, und wir werden daher vorzugsweise nur die Wirkung der Sonne zu betrachten haben. — Die Menge von Licht, welche die Erde von der Sonne empfängt, bleibt sich nicht gleich, sondern wechselt mit der Entfernung der Erde von der Sonne. Die Mengen verhalten sich umgekehrt, wie die Quadrate der Abstände. Zur Zeit der Sonnennähe und Sonnenferne verhalten sich diese Quadrate wie 1 : 1,069; auf dieselbe Fläche der Erde, welche zur Zeit des nördlichen Sommers 1000 Sonnenstrahlen empfängt, fallen zur Zeit des nördlichen Winters 1069, und in demselben Maasse ist sie heller. Demnächst aber wird die Helligkeit jeder Erdoberfläche von dem Sinus abhängen, unter welchem sie von den Sonnenstrahlen getroffen wird. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche hat daher der Aequator Mittags die grösste Helligkeit, nach den Polen hin nimmt sie ab, und unter den Polen ist es nicht heller, als überall auf der Erde bei Sonnenuntergang. Mit der Declination der Sonne ändern sich auch diese Punkte des hellsten und schwächsten Sonnenlichtes.

Ohne Atmosphäre würde jedesmal nur die halbe Erde von der Sonne beleuchtet sein. Die Strahlenbrechung in der Atmosphäre vermehrt aber ringsum die Lichthälfte um einen halben Grad, und es haben daher 0,50436 der Erdoberfläche wirklichen Sonnenschein. Ausserdem aber veranlasst auch die Atmosphäre Dämmerung, und diese beginnt, wenn die Sonne 18° senkrecht unter dem Horizonte ist. Der Dämmerungstreifen umgiebt daher den beleuchteten Theil der Erde in einer Zone von 18° Breite. Er nimmt daher $\frac{1}{289}$ Theile der Erdoberfläche ein, und nur 0,345492 oder $\frac{1}{289}$ hat wirk-

liche Nacht, oft durch Mond- und Sternenschein erhellt. Es ist der Wille des Schöpfers gewesen, dass mehr Licht als Finsterniss auf Erden herrschen sollte.

Wärme der Erde. Die Temperatur auf der Erdoberfläche ist von vier Ursachen abhängig, nämlich von der Temperatur des Weltraums, von der Einwirkung des Sonnenlichtes, von dem Absorptions- und Ausstrahlungs-Vermögen der Erde, und von ihrer innern Wärme.

Ueber die Temperatur des Himmelsraumes können wir durch unmittelbare Beobachtung nichts wissen. Nur aus theoretischen Untersuchungen haben sich Angaben ergeben, welche unter sich wenig übereinstimmen. Fourier fand eine Temperatur von -50° bis -60° C., Svanberg leitete aus der Strahlenbrechung $-50^{\circ},35$ C. ab; Poisson findet -52° , Arago -57° und Pouillet -142° C. Nach dem letzteren empfängt die Erde aus diesem Raume Wärme, und zwar $\frac{5}{6}$ (unter den Tropen nur $\frac{4}{6}$) der von der Sonne kommenden Wärme. Sie würde nach ihm im Stande sein, während eines Jahres eine Eisdecke von 26 Meter Dicke rund um die ganze Erde gelagert zu schmelzen.

Ob die Sonne der Erde unmittelbar Wärme zusendet, oder ob ihr Licht nur in den irdischen Körpern Wärme entwickelt, ist noch zweifelhaft. In dem einen wie in dem andern Falle wird die Wärme aber mit dem Lichte in gleichem Verhältnisse stehen, und den vorher über die Erleuchtung entwickelten Gesetzen folgen. Nach Herschel d. J. kann die Sonnenwärme in einem Jahre eine rings um die Erde gelagerte Eisschicht von 84,54 engl. Fussen Dicke schmelzen, nach Pouillet eine von 31 Meter Dicke, so dass diese und die Wärme des Weltraums zusammen genommen eine Eisschicht von 57 Meter Dicke zu schmelzen vermöchte. Bei heiterer Atmosphäre entzieht diese aber der Erde 0,4 von dieser Wärme. Es vertheilt sich nun diese Sonnenwärme so über die Erde, dass im Allgemeinen ihre Wirkungen sich wie die Quadrate der Sinus der Sonnenhöhen verhalten. Wir haben indessen die Temperatur der Atmosphäre von der Temperatur des Bodens zu unterscheiden.

Unmittelbar am Boden stehen natürlich dieser und die Atmosphäre in einer Wechselwirkung, und suchen ihre oft von einander verschiedene Temperatur auszugleichen. In diesen ihren untersten Schichten wird die Temperatur der Luft von der des Bodens immer nur um ein Geringes verschieden sein. Mit der Entfernung von der Oberfläche aber sinkt die Temperatur; ihre Abnahme ist abhängig:

a) Von der Configuration der Erdoberfläche. Auf steil ansteigenden Bergen und spitzen Gipfeln nimmt die Temperatur schneller ab, als über Ebenen, doch wird auch hier der Sinus des Beleuchtungswinkels zu berücksichtigen sein, wesshalb an Gebirgsketten der aussertropischen Zonen der Südabhang der Gebirge eine andere Abnahme bedingen wird, als der Nordabhang.

b) Klimatische und locale Einflüsse, wie z. B. aus kalten Regionen stürzendes Wasser, Gletscher und Schneefelder, werden eine schnellere Abnahme bewirken, als wenn sie fehlen.

c) Die Jahreszeiten müssen darauf einen grossen Einfluss haben, denn es ergibt sich leicht, dass es in irgend einer Höhe oder Ent-

fernung von der Erde gar keine jährlichen Temperatur-Veränderungen geben kann. Je wärmer es nun unten ist, um so schneller muss die Temperatur bis zu jener Grenze abnehmen, je kälter es unten ist, um desto langsamer. Man wird daher im Sommer weniger hoch zu steigen haben, um das Thermometer 1° fallen zu sehen, als im Winter, und die Differenzen werden um so grösser sein, je grösser die Temperatur-Differenz des Sommers und Winters an einem gegebenen Orte ist. Die Nähe des Meeres verändert beide Differenzen, unter dem Aequator sind sie nur unbedeutend. Man findet dort auf 654 Fuss Höhe ungefähr 1° R. Wärmeabnahme, Bischof findet 677 Fuss. Zwischen Genf und dem St. Bernhard vermindert sich im Juli die Wärme um 1° R. mit jeden 546 Fuss Höhe, im Dezember erst mit 946 Fuss.

d) Auch die Tageszeit muss darauf einen Einfluss haben, der sich aus dem Vorigen von selbst ergibt, und der nicht minder bedeutend ist. Zwischen Zürich und Rigikulm gaben 453 Fuss Nachmittags einen Unterschied von 1° , Vormittags um 5 Uhr aber 700 F.

Wie weit der Punkt von der Erdoberfläche entfernt liegt, wo alle Temperaturveränderungen 0 werden, lässt sich noch nicht bestimmen. v. Lindenau glaubt, dass diese Grenze 34158 Fuss entfernt sei, doch ist die Zahl sehr ungewiss. Im Allgemeinen oder beinahe scheint die mit der Höhe abnehmende Wärme eine arithmetische Reihe zu befolgen, und wahrscheinlich nehmen die gleichen Temperaturunterschieden angehörigen Höhen mit der Entfernung von der Erdoberfläche ab. Eine mittlere Zahl für 1° Wärmeabnahme anzugeben, gestatten die bisherigen Beobachtungen kaum, wie folgende Angaben zeigen:

			87,2 Tois.	1° C.	Temp.-Abn.
		- Bischoff	90,2	-	-
		- v. Zach	65,0	-	-
In den Pyrenäen	-	- Ramond	80,0	-	-
In den Alpen	-	- Pictet	105,1	-	-
	-	- Saussure	80,0	-	-
	-	- d'Aubusson	82,1	-	-
In unseren Breiten	-	- v. Zach	89,0	-	-
In England	-	- Playfair	76,0	-	-
	-	- Atkinson	60,0	-	-
	-	- Dalton	68,0	-	-

Es hängt dies unmittelbar mit der Bestimmung der Schneegrenze zusammen, welche eben nur wegen dieser Grenze möglich wird, und verweisen wir darüber auf den betreffenden Artikel.

Was die Temperatur der Erdoberfläche betrifft, so ist hierüber der Artikel Isothermen zu vergleichen.

Die Absorptionsfähigkeit und das Ausstrahlungsvermögen der Erde ist hauptsächlich von ihrer Oberfläche abhängig, und von deren Beschaffenheit. Bei steigender Temperatur muss sie sich mehr Wärme aneignen, als ausstrahlen, bei abnehmender umgekehrt. Nur die obersten Schichten zeigen sich hierbei tätig, und ihre Dicke ist um so geringer, je geringer die Temperatur-Differenzen des Sommers und Winters sind. Unter den Tropen zwischen 5° südlicher und 11° nördlicher Breite machen sich die dortigen atmosphärischen

sehr geringen Veränderungen nicht über einen Fuss tief in der Erde bemerkbar. Zu Paris erstrecken sie sich, wenn die Luft abgehalten wird, nicht viel über 25 Fuss Tiefe. Kann die Luft hindringen, so beträgt die jährliche Variation in 86 Fuss Tiefe noch $\frac{1}{3}$ ° R. Von der wärmeleitenden Kraft der Schichten ist dabei viel abhängig. In der gemässigten Zone können bei 27 Fuss die äusseren Einflüsse schon beinahe verschwinden, unter anderen Umständen wirken sie selbst noch in Tiefen von 55 bis 63 Fussen ein; in Tiefen von 155 bis 159 Fussen verschwinden sie ganz. Da es beinahe unmöglich ist, bei diesen Versuchen die Luft von den Thermometern abzuhalten, so wird es immer sehr schwer sein, die Tiefe mit Sicherheit zu erforschen, bis zu welcher sich der atmosphärische Wechsel geltend macht; sie würde sich aber dann immer kleiner ergeben, als sie sich bisher gefunden hat, und jedenfalls ist sie nur ein überaus kleiner Theil der Erde. Alle durch die Sonne empfangene Wärme verliert die Erde wieder durch die Ausstrahlung, obgleich bei diesem Vorgange noch Vieles dunkel ist.

Dringt man bis zu derjenigen Grenze in die Erde ein, wo die atmosphärischen Veränderungen sich nicht mehr bemerkbar machen, so findet man eine constante Temperatur, nämlich die des Bodens, welche aber an den verschiedenen Orten verschieden ist. Dringt man noch tiefer in das Innere ein, so findet man mit zunehmender Tiefe eine zunehmende Temperatur, welche nur von der Wärme im Innern der Erde herrühren kann. Durch eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen ist dieser Satz festgestellt, und zwar so, dass die Erscheinung auf keine andere Ursache, wie etwa Druck der Luft u. s. w. zurückgeführt werden kann. Die Tiefe aber, bei denen die Temperatur um 1° R. zunimmt, zeigt sich an den einzelnen Orten überaus verschieden, und völlig unabhängig von der geographischen Breite und Länge zwischen 60 bis 444 pariser Fussen. Ein Gesetz ist daraus nicht abzuleiten; die Thatsache aber hat sich überall bestätigt, dass die Erde eine eigenthümliche Wärme besitzt, die mit der Tiefe zunimmt, und nicht von der Sonne herrührt, und im Durchschnitt wird man in mittleren Breiten für jeden Grad R. eine Tiefe von 118 pariser Fuss rechnen können. In 11800 Fuss Tiefe würde man daher unter Voraussetzung gleichmässiger Zunahme schon eine um 100° höhere Temperatur finden, als an der Oberfläche, und mit jeder geographischen Meile eine Zunahme von 200°. In einer Tiefe von 30 Meilen muss dann schon eine so grosse Hitze herrschen, dass alle schmelzbaren Stoffe sich in flüssigem Zustande befinden, und hieraus würde sich ergeben, dass die eigentliche Erdkugel sich noch in geschmolzenem, flüssigem Zustande befinde, und nur eine erstarrte, etwa 30 Meilen dicke Kruste besitze, mit welcher Ansicht sowohl die vulkanischen Erscheinungen, als die warmen Quellen sehr wohl übereinstimmen. Innerhalb der geschmolzenen flüssigen Kugel ist aber wahrscheinlich die Wärme eine gleichförmige, und nicht nach Innen zunehmend. Ursprünglich ist wohl die ganze Kugel flüssig gewesen, und erst im Laufe der Zeit durch Abkühlung an der Oberfläche erstarrt, woraus sich dann auch ergibt, dass früher die Temperatur auf der Oberfläche eine höhere gewesen sein muss, als jetzt, wie dies auch die fossilen Thiere und Pflanzen andeuten. Hat

sich die Erde indessen bereits abgekühlt, so muss sie sich auch noch ferner abkühlen, sofern dieser Verlust nicht durch die Wärme ausgeglichen wird, die sie von der Sonne und aus dem Weltraume erhält. Findet nun noch eine Abkühlung statt, so muss sie jedenfalls sehr langsam fortschreiten, weil mit der Abkühlung sich das Volumen der Erde, und damit ihre Drehungszeit oder die Dauer des Tages sich ändern müsste. Laplace hat aber aus astronomischen Beobachtungen gezeigt, dass sich seit Hipparch's Zeiten die Rotation der Erde um keine 0,01 Secunde verändert hat, und hieraus folgt, dass sich die mittlere Erdwärme in dieser Zeit nicht um 0°,01 vermindert haben kann. Bischof berechnet nach allerdings nicht sehr sicheren Annahmen, dass von Hipparch's Zeiten an ein Zeitraum von 82836 Jahren verfließen müsse, bis die mittlere Temperatur am Aequator um 1° R. abnähme, und erst nach 49105914 Jahren würde sie auf 0° herabgesunken sein. War ehemals die gemässigte Zone, wie der Aequator 22° R. warm, so sind 1291772 Jahre verflossen, ehe sie sich bis auf 8°, wie jetzt, abkühlen konnte. Obgleich die Grundlage der Rechnung unsicher ist, so sind die gefundenen Zahlen dennoch eher zu klein, als zu gross.

Hiernach ist es also wahrscheinlich, dass die Erde vor undenklich langer Zeit sich ganz im geschmolzenen Zustande befand, deren Hitzgrad hinreichend sein musste, auch das strengflüssigste ihrer bekannten Elemente in Fluss zu bringen. Sie musste demgemäss eine Kugel bilden, und durch Umschwung um eine Achse eine abgeplattete oder sphäroidische Gestalt erhalten. Eine elastisch flüssige Hülle umgab die Kugel.

Im Laufe der Zeit verlor die Kugel an ihrer Oberfläche Wärme, und als diese bis unter 2000° C. abgekühlt war, bildete sich eine feste Rinde, welche von Aussen nach Innen allmählig dicker wurde. Bei diesem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand muss viel Wärme frei geworden sein; allein die nunmehr entstandene Decke, fast ganz aus schlechten Wärmeleitern bestehend, wurde ein mächtiges Mittel, die Abkühlung zu verzögern. Die Atmosphäre klärte sich, und nahm ebenfalls an Wärme ab. Beide zogen sich dabei zusammen, wiewohl die Zusammenziehung bei der festen Erdrinde wegen ihrer ungleichartigen Bestandtheile nicht gleichförmig gewesen sein kann. Dieser Ungleichförmigkeit ist wahrscheinlich die Abweichung ihrer Gestalt von einem regelmässigen Rotationssphäroide zuzuschreiben. Bei dieser Zusammenziehung und dem ungleichen Widerstande wurde die Rinde zerrissen, und durch die Spalten drang eine Quantität der noch flüssigen Masse, quoll über, füllte die Spalten aus, und zerborst und zerklüftete selber bei der Erstarrung und Zusammenziehung. Diese Massen können von der Rinde in ihrer Zusammensetzung nur wenig abweichen. Es sind die alkalischen und erdigen Mineralien, die krystallinischen Felsgebirge im engeren Sinne, Granit, Gneiss, Granulit, Syenit und Diorit, deren Gemengtheile Quarz, Feldspathe, Glimmer, Hornblende sind, und wasserfreie, fast nur stärkere Alkali-Thonerde-Silikate darstellen.

Bei der noch auf der Oberfläche herrschenden Temperatur von etwa 2000° musste eine grosse Menge von Stoffen luftförmig vorhanden sein, namentlich das Wasser. Die damalige Atmosphäre enthielt

nicht allein ihre jetzigen Bestandtheile, sondern auch alles jetzige Wasser der Erde in Dunstform, demnächst aber auch die chemischen Elemente der Pflanzen- und Thierwelt in Gasgestalt, und alle sonst noch verdampfenden Substanzen. Diese Atmosphäre muss die jetzige um fast 3000 Mal übertroffen haben. Sie hat die Abkühlung der Erde unstreitig aufgehalten.

Als die Erde und Atmosphäre sich weiter abkühlten, muss sich aus letzterer Wasser tropfbar niedergeschlagen haben; bei einem so ungeheuren Drucke der Atmosphäre konnte dies schon bei einer sehr grossen Hitze, ja wohl selbst der Glühhitze geschehen, und in diesem heissen Wasser sind unstreitig noch viele Stoffe aufgelöst gewesen, welche es bei weiterer Abkühlung fallen lassen musste. Noch jetzt enthalten die heissen Quellen viel mehr Bestandtheile aufgelöst, als das Meerwasser. Von nun an wurde die flüssige Erdhülle bei der Bildung der Erdrinde mitwirkend.

Die ältesten Niederschläge aus dem noch glühenden Urmeere, oder die neptunischen Bildungen werden den Character der ältesten oben genannten Gesteine, der urplutonischen, mit den der neptunischen verbinden, nämlich unauflöslich in kaltem Wasser sein, krystallinisch, und dennoch geschichtet. Diesen Character zeigen die krystallinischen Schiefer; ein grosser Theil ist aber erst später aus neptunischen Bildungen umgewandelt, und mit Sicherheit lassen sich keine Niederschläge eines Urmeeres bezeichnen. Da aber bei fortschreitender Abkühlung auch die erstarrte Rinde der Erde sich noch weiter zusammenzog, so wurde die innere geschmolzene und noch nicht abgekühlte Masse so fest umschnürt, dass sie die Rinde abermals sprengen und hervorquellen musste. Dies wird theils in Meeresgegenden, theils ausserhalb derselben geschehen sein, und die Producte der Erstarrung werden sich verschieden zeigen, je nachdem dabei das Wasser, oder nur die Atmosphäre thätig gewesen ist. Hier und da wird das Wasser auch in das Innere durch die Spalten gedrungen sein, und Höhlen im Innern gebildet haben.

Die Erde hat unstreitig wie jeder Körper, anfangs viel Wärme verloren, mit der Zeit aber um so weniger, je mehr sie bereits verloren hatte. Wasser und Luft mussten dabei ihren Gehalt, wie ihre Ausdehnung ändern, und Stoffe fallen lassen, welche bis dahin in ihnen aufgelöst enthalten waren. Die Atmosphäre wirkte zugleich zerstörend auf die Oberfläche, und das Wasser setzte daraus, theils chemisch, theils mechanisch, Gebilde zusammen, welche sich als neptunische Schichten über die plutonischen Gebilde lagerten. Als die Rinde sich hinreichend abgekühlt hatte bis unter 100° C. entwickelte sich der Organismus auf der Erde.

Auch die Zusammenziehung der Rinde wurde mit der Abkühlung immer langsamer. Folgt die unter der Rinde gelegenen Massen in ihrer Zusammenziehung bei allmählicher Abkühlung nicht demselben Gesetze, als die äusseren, so musste dies Störungen veranlassen. Zog sich die äussere Rinde stärker zusammen, als die inneren Massen, so wurden diese gedrückt, sie hoben entweder die Oberfläche oder zerrissen sie, und quollen abermals empor, indem der Druck der zusammengezogenen Rinde die hebende Kraft vertrat. So wurden diese Massen zu ansehnlichen Höhen hinaufgedrückt, und

erstarrten. Zog sich die äussere Rinde schwächer zusammen, so löseten sich die inneren Massen von der äusseren Rinde ab, und es entstanden Höhlungen zwischen beiden, die von grosser Ausdehnung sein können. Beides wird im Laufe der Zeit immer seltener geschehen sein, theils weil die Abkühlung langsamer erfolgte, theils weil mit der Abkühlung die Dicke der erstarrten Rinde zunahm, und den hebenden Kräften einen immer stärkeren Widerstand entgegensetzte, im anderen Falle aber auch immer mehr ein Einsinken der Rinde über Höhlen verhinderte.

Es ergibt sich daraus, dass Hebungen wie Senkungen im Laufe der Zeit nach und nach immer grössere Flächen betroffen haben müssen, während die Aufquellungen sich immer mehr auf Spalten und Risse und deren Ränder innerhalb der gehobenen Flächen beschränken mussten. Dagegen hat wahrscheinlich die Zahl der Höhlungen im Innern nach und nach zugenommen, wie ihre Ausdehnung. Dies wird die Durchbrechungen der Rinde gleichfalls vermindern, und nach und nach musste sich das Bestreben dazu in immer grösserer Entfernung von der Oberfläche bemerkbar machen, aber auch auf eine um so grössere Fläche wirken.

Wahrscheinlich hatten sich schon in der flüssigen Erde die Schichten nach ihrer specifischen Schwere, wenigstens im Ganzen concentrisch gelagert. Die Natur der oberen wird daher von denen der tiefer liegenden verschieden gewesen sein, und so müssen die Gesteine nothwendig um so mehr von einander verschieden sein, aus je grösserer Tiefe sie kommen, und im Allgemeinen werden die tieferen schwerer sein, als die oberen. Weil sie aber selber auf dem längeren Wege bis zur Oberfläche mit sehr verschiedenen Gesteinen in Berührung kommen, und Theile derselben mit sich verbinden, auch die Umstände, unter welchen sie erstarren, und luftförmige Bestandtheile entweder ausscheiden oder aufnehmen, nach und nach immer mannigfaltiger geworden sind, so zeigen auch die dem Boden entquollenen Massen in späterer Zeit eine grössere Mannigfaltigkeit, als in früherer.

Diese Hebungen, Ergiessungen, Pressungen und Einstürze haben die schon durch die ungleiche Zusammenziehungen unregelmässig gewordene Oberfläche der Erde noch unregelmässiger gemacht, und sie mit Continenten, Gebirgsketten und Gebirgsmassen wie mit Meeresbecken versehen. Die Wasser sind dadurch ganz ungleich vertheilt worden, in deren Folge nicht einmal das Gewässer sich innerhalb eines Parallelkreises vollkommen kreisförmig stellt, weil es zur Ausgleichung der unregelmässig angehäuften Massen und deren ungleicher Anziehung sich dahin begiebt, wo es zur Herstellung des Gleichgewichtes nothwendig ist. Die Oberfläche des Meeres bildet daher ebenfalls nicht die Fläche eines Ellipsoids.

Indessen darf man den Betrag dieser Unregelmässigkeiten nicht überschätzen. Wenige Höhen der Erde sind über eine Meile hoch, wenige Meere mögen über eine Meile tief sein. Eine Meile ist aber nicht mehr, als der $\frac{1}{1718}$ Theil des Erddurchmessers. Das Maximum der Unebenheit dürfte daher 0,00116 des Durchmessers nicht leicht überschreiten.

Mit der Abkühlung der Erde musste allgemach das durch die Sonne bedungene klimatische Verhältniss der Zonen auf der Erde eintreten, anfangs noch durch die dem Innern entquellende Wärme auf sehr geringe Unterschiede in der Wärme zurückgeführt, die mit der Zeit stärker hervortraten. Das organische Leben musste demgemäss in den einzelnen Zonen nach und nach einen anderen Character annehmen.

Noch jetzt sind jene Kräfte thätig, welche die Oberfläche der Erde umgebildet haben, wengleich minder grossartig. Vulkane, Erdbeben, warme Quellen, Gas-Quellen und Niveau-Veränderungen ganzer Länder geben davon Zeugniss.

Dass sich nach und nach der Character der dem Boden entquollenen Gesteine geändert hat, haben wir oben gesagt. Es ist natürlich, dass sich auch der Character der neptunischen Gesteine ändern musste, da das Wasser mit dem Boden immer in Wechselwirkung stand, und, ausser den in ihr befindlichen Stoffen, nur absetzen konnte, was der Boden ihm an zerstörten Gebirgsmassen, so wie durch Spalten geschmolzen oder gasförmig zuführte. Indessen unterscheiden sich die neptunischen Gebirgsmassen mehr noch durch ihren zoologischen oder petrefaktologischen Character, als durch ihre Bestandtheile, da sie zu sehr verschiedenen Zeiten niedergeschlagen wurden, die von gleichzeitiger Entstehung eben desshalb auch nur die Geschöpfe der damaligen Natur-Entwicklungsstufe übereinstimmend zeigen können. Hierdurch und nach dem Grundsatz, dass da, wo neptunische Bildungen nicht völlig umgestürzt sind, die Bedeckung jünger sein muss, als die Unterlage, bestimmt sich der Begriff der Formationen und ihrer relativen Altersfolge. Ihre von der Horizontale abweichende Lagerung gegen die sie bedeckenden neptunischen Formationen gewährt dann das Mittel, um zu bestimmen, zwischen welche Formationen die Erhebung der hervorgequollenen plutonischen Gesteine fällt, denen sie ihre abweichende Lagerung verdanken. Nicht selten hat ein und dasselbe Gebirge mehrere Hebungen erfahren.

Nur diese niedergeschlagenen und die emporgehobenen Massen kennen wir, und somit die Erdkruste nur bis zu einer sehr unbedeutenden Tiefe. Die meisten Bergwerke reichen nicht bis zum Spiegel des Meeres, und tiefer als 300 Meters unter dem Meeresspiegel, wie in den Minen von Anzin bei Valenciennes ist man wohl nirgend gekommen. Mit ziemlicher Sicherheit lässt sich zeigen, dass der Heerd der Vulkane einige Meilen tief liegen muss. Ausserdem ist uns das Innere gänzlich unbekannt.

Hinsichtlich der Vertheilung des Landes und Wassers auf der Erde ergiebt sich gar keine Regel. Das feste Land nimmt etwa 0,28 der Erdoberfläche ein, das Wasser 0,72. Die Quantität des Wassers ist, wegen der ungewissen Tiefe des Meeres, nicht zu bestimmen.

Wegen der, die Erde umgebenden Atmosphäre vergleiche diesen Artikel.

K. F. Kl.

Erde, kölnische, eine Art erdiger Braunkohle, die bei Cöln gefunden und zu brauner Farbe benutzt wird. — Gelbe, ein gelbes, thoniges Eisenoxydhydrat, wird zum Anstrich benutzt. — Hallische

oder Aluminat s. schwefelsaure Thonerde. — Lemnische, wegen ihres Vorkommens auf Stalimene oder Lemnos, s. Bolus. — Veroneser ist Grünerde (s. diese) von Verona, und wird in der Malerei gebraucht. B.

Erden werden die Oxyde mehrerer erst sehr spät bekannt gewordener Metalle genannt. Man fasste daher stets diese meist schon lange gekannten Oxyde in eine eigene Gruppe zusammen, obgleich zwischen ihnen und den übrigen Metalloxyden keine natürliche Gränze vorhanden ist. Es sind deren neun, die man in alkalische und eigentliche Erden theilt. Zu den alkalischen gehören: die Baryt-, Strontian-, Kalk- und Talkerde. Diese sind etwas in Wasser löslich, was bei den Alkalien (s. diese) in so hohem Grade der Fall ist. Die eigentlichen Erden haben diese Uebereinstimmung mit den Alkalien nicht, und sind völlig unlöslich. Dazu gehören die Thon-, Beryll-, Ytter-, Zirkon- und Thorerde. B.

Erdfernröhr siehe Fernrohr, terrestrisches.

Erdharz. Gleichbedeutend mit Asphalt; doch giebt es auch noch einige andere in neuesten Schichten vorkommende Harze, deren Ursprung und Unterschiede jedoch bis jetzt noch sehr unbekannt sind, da auch die Untersuchungen derselben sich meistens auf die Prüfung ihrer Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln beschränkt haben. M.

Erdharz, elastisches, eine weiche, elastische, fossile Substanz, die einige Aehnlichkeit mit dem Kautschuk besitzt, meistens braun gefärbt ist und beim Erhitzen ein stark riechendes Kohlenwasserstoffgas entwickelt. Es kommen in der Natur mehre Varietäten des Erdharzes vor, in ihren physikalischen Eigenschaften weichen sie mehr oder weniger von einander ab, sollen aber alle nach den Analysen von Johnston aus $C_{16} H_{32}$ bestehen. (Erdmann's Journal XIV. 442.) M.

Erdkobalt, schwarzer, bildet derbe, erdige Massen oder traubige und nierenförmige Ueberzüge von bläulich oder bräunlich schwarzer Farbe. Spec. Gew. 2.0—2.2. Vor dem Löthrohr giebt er einen schwachen Arsenikgeruch, schmilzt aber nicht. Er ist oft mit Eisenoxyd, Thonerde u. a. verunreinigt, und zeigt dann auch hellere Färbung, braun bis gelb. Man findet ihn bei Saalfeld, Riechelsdorf in Hessen, Kupferberg in Schlesien, in Tyrol, England, Frankreich u. s. w. Nach Rammelsberg, der den Erdk. von Kamsdorf analysirt hat, ist derselbe eine Verbindung von Mangansuperoxyd mit Kobalt- und Kupferoxyd und Wasser ($\text{Co, Cu Mn}_2 + 4\text{H}$). Der gelbe Erdk. von Saalfeld ist ein dichtes erdiges Gemenge von wasserhaltigen arseniksauren Salzen, höchst wahrscheinlich ein Produkt der Oxydation des Speisskobalts. Pogg. Ann. LIV. 551. Rother Erdkobalt ist Kobaltblüthe. B.

Erdmagnetismus. Die von dem Erdkörper ausgehende Kraft,

welche die freischwebende Magnetnadel eine ganz bestimmte Richtung anzunehmen treibt, nennt man den Erdmagnetismus. Bei der Theoretisirung desselben ging man, ehe Gauss mit seiner Theorie hervortrat, so zu Werke, dass man hypothetisch der Erde eine ganz bestimmte magnetische Beschaffenheit beilegte, und aus dieser Beschaffenheit die Erscheinungen abzuleiten versuchte. Unter andern setzte man im Innern der Erde einen Magnetstab voraus, dessen Richtung die Erdoberfläche in den sogenannten magnetischen Erdpolen treffen sollte. Die Entfernung der Enden des Stabes von diesen Polen sollte nach Tob. Maier's Rechnung $\frac{1}{4}$ des Erdhalbmessers betragen. Biot dagegen schloss aus dem Verhalten der Inclination und Intensität des Erdmagnetismus in der heissen Zone, dass die beiden Pole des Stabes einander unendlich nahe und zwar in der Nähe des Erdcentrums liegen müssten. Aber sowohl diese Hypothese, als die Hansteensche, nach welcher zwei sich bewegende Magnetstäbe in der Erde sich befinden sollten, giebt stark von der Erfahrung abweichende Resultate. Ein befriedigendes Resultat wurde erst durch Gauss *) herbeigeführt, welcher umgekehrt aus dem thatsächlichen Verhalten des Magnetismus auf der Erde auf die magnetische Beschaffenheit derselben zurückschloss. Die einzigen Voraussetzungen, die er machte, waren: dass die Kraft, welche eine in ihrem Schwerpunkt aufgehängte Magnetnadel richte, von deren regelmässigen und unregelmässigen stündlichen Aenderungen es übrigens unentschieden gelassen wird, ob sie in oder ausserhalb der Erde ihre Ursache haben, aus denjenigen Kräften resultire, welche die magnetisirten Theile des Erdkörpers ausüben; dass das Magnetisirtsein in einer Scheidung des sogenannten nördlichen und südlichen magnetischen Fluidums bestehe, und dass diese Kräfte im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernung wirken. Indess wird in den Resultaten nichts abgeändert, mag man die magnetische Flüssigkeit als wirklich vorhanden denken, oder sie als Substitute für galvanische Ströme betrachten, da, wie Ampère nachgewiesen hat, jeder lineare geschlossene elektrische Strom in seinen Wirkungen übereinstimmt mit zwei unendlich nahen Flächen, deren eine mit nördlichem, die andere mit südlichem Fluidum erfüllt ist, sobald nur ihre gemeinschaftliche Grenze mit der Bahn jenes Stromes zusammenfällt.

Die Art, wie Gauss zu seinen, auf jenen Voraussetzungen beruhenden höchst wichtigen und durch die Erfahrung genügend bestätigten Resultaten kam, ist folgende:

Wird die bewegende Kraft, welche die Mengeneinheit des nördlichen magnetischen Fluidums in der Entfernung Eins auf eine gleiche Menge desselben Fluidums ausübt, zur Einheit der magnetischen Kraft genommen, so übt die in einem Punkt, dessen rechtwinklige Coordinaten a, b, c sind, concentrirt gedachte Menge μ magnetischen Fluidums auf die im Punkt (x, y, z) befindlich gedachte Mengeneinheit nördlichen Fluidums die magnetische Kraft $\frac{\mu}{r^2}$ aus, sobald man durch r die Entfernung $\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}$ der Punkte a, b, c

*) Resultate aus den Beobachtungen des magn. Vereins i, J. 1838.

und x, y, z bezeichnet. Nimmt man daher μ positiv oder negativ, je nachdem der Magnetismus in (a, b, c) nördlich oder südlich ist so drückt ein positiver Werth dieses Quotienten eine Abstossung, ein negativer Werth eine Anziehung aus. Die den Coordinatenaxen parallelen Componenten dieser Kraft sind alsdann gleich

$$\frac{\mu(x-a)}{q^3}, \quad \frac{\mu(y-b)}{q^3}, \quad \frac{\mu(z-c)}{q^3},$$

d. h. gleich den partiellen Differentialquotienten von $-\frac{\mu}{q}$ in Bezug auf x, y, z .

Wirken nun ausser μ noch die Theile $\mu', \mu'', \mu'''\dots$ in den Entfernungen $q', q'', q'''\dots$, so sind die resultirenden Componenten die partiellen Differentialquotienten von $-\left(\frac{\mu}{q} + \frac{\mu'}{q'} + \frac{\mu''}{q''} \dots\right)$.

Nennt man daher $d\mu$ die Menge des in jedem Erdelemente enthaltenen magnetischen Fluidums, und ξ, η, ζ die den Coordinatenaxen parallelen Componenten, der in jedem Punkt (x, y, z) des Raumes wirkenden Kraft ψ , so ist, wofern man $\int \frac{d\mu}{q} = -V$ setzt,

$$\xi = \frac{dV}{dx}, \quad \eta = \frac{dV}{dy}, \quad \zeta = \frac{dV}{dz}, \quad \psi^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2.$$

Diejenigen Flächen, in deren Punkten V einerlei Werth hat, haben die Eigenschaft, dass in allen ihren Punkten die Richtung der Erdkraft auf ihnen senkrecht steht, und dabei derjenigen Seite zugewendet ist, nach welcher die Werthe von V wachsen.

Da nämlich

$$dV = \left\{ \begin{aligned} \frac{dV}{dx} dx + \frac{dV}{dy} dy + \frac{dV}{dz} dz &= \xi dx + \eta dy + \zeta dz \\ &= \psi ds \left(\frac{\xi}{\psi} \frac{dx}{ds} + \frac{\eta}{\psi} \frac{dy}{ds} + \frac{\zeta}{\psi} \frac{dz}{ds} \right), \end{aligned} \right.$$

so hat man (in so fern $\frac{\xi}{\psi}, \frac{\eta}{\psi}, \frac{\zeta}{\psi}$ die Cosinus der Winkel zwischen ψ und den Coordinatenaxen, und $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ die Cosinus der Winkel zwischen diesen Axen und derjenigen Geraden ds sind, welche die zu V und $V + dV$ gehörenden Punkte verbindet), wenn man den Winkel zwischen ds und der Richtung von ψ durch \odot bezeichnet,

$$dV = \psi \cos \odot ds.$$

Liegt aber ds in einer jener Flächen, (in welchen V einerlei Werth hat) — wir wollen sie Gleichgewichtsflächen nennen — so ist $dV = 0$, also $\odot = 90^\circ$, d. h. es steht ψ senkrecht auf der Gleichgewichtsfläche.

Die Linien, in welchen die Erdoberfläche von den Gleichgewichtsflächen geschnitten wird, nennt Gauss Gleichgewichtslinien.

Bezieht man V und $V + dV$ auf die Endpunkte eines Elements ds einer auf der Erdoberfläche gezogenen gedachten Linie, so hat man, wenn ω die auf den Horizont projecirte Erdkraft ψ , i den Winkel zwischen ψ und ω (d. h. die Inclination) und \odot und t die Winkel zwischen ds und den Richtungen von ψ und ω vorstellen,

$$\cos \Theta = \cos i \cos t, \quad \omega = \psi \cos i, \quad \text{mithin}$$

$$dV = \omega \cos t ds.$$

Es ist daher, wenn ds in einer Gleichgewichtslinie liegt, wegen $dV = 0$, $t = 90^\circ$, und mithin die Richtung von ω , d. h. die Richtung der Declinationsnadel, senkrecht auf der Gleichgewichtslinie, und zwar derjenigen Seite zugewendet, nach welcher hin die Werthe von V wachsen.

Nennt man diejenigen Orte auf der Erde magnetische Pole, in denen die horizontale Intensität $= 0$, also die Inclination $= 90^\circ$ ist, so existirt nur ein Pol auf der nördlichen, und nur ein Pol auf der südlichen Halbkugel. Die Function V nämlich ist der Art, dass jede Gleichgewichtsfläche, deren zugehöriges $V = V_1$ ist, die Gleichgewichtsflächen, in denen $V > V_1$ ist, von denen trennt, in denen $V < V_1$ ist. Wird nun die Erdoberfläche von einer Gleichgewichtsfläche in dem Punkt P' berührt, und hat hier V einen grössten Werth V' , so umgeben die folgenden Gleichgewichtslinien, in denen also $V < V'$ ist, den Punkt P' ringförmig; es wendet sich in ihnen der Nordpol der Magnetnadel nach Innen, während in P' selbst die Inclinationsnadel senkrecht steht, so dass dieser Punkt ein Nordpol wäre. Existirte nun ein zweiter Nordpol P'' , in welchem V einen grössten Werth V'' hat, so muss eine von den ringförmig um P'' liegenden Gleichgewichtslinien eine von den um P' liegenden, in einem oder mehreren Punkten berühren. Geschieht die Berührung nur in einem Punkt P''' , so muss in demselben die Inclination $= 90^\circ$ sein, weil die Erdkraft auf beiden Gleichgewichtslinien zugleich senkrecht steht, und, falls eine horizontale Kraft vorhanden wäre, der Nordpol der Declinationsnadel gleichzeitig nach P' und P'' gerichtet sein müsste. In der Nähe von P''' zeigte dann der Nordpol der Nadel beziehungsweise nach P' und P'' , der Südpol also nach P''' , so dass P''' in dieser Beziehung sich wie ein Südpol verhielte, während er sich wie ein Nordpol verhalten muss für die in seiner Nähe, aber ausserhalb der Ringtheile liegenden Punkte. Wäre ausser P''' noch ein zweiter Berührungspunkt P'''' vorhanden, so verhielte sich P'''' , genau wie P''' , und zwischen P''' und P'''' müssten die Gleichgewichtslinien eine Art Insel bilden, deren Mitte, einem Minimumwerth von V entsprechend, ein vollkommener Südpol wäre. Fände endlich die Berührung nicht in einem oder mehreren Punkten, sondern in einer Linie statt, so wäre auf dieser ganzen Linie die Inclination $= 90^\circ$. Solche Verhältnisse sind aber auf der Erde nicht bekannt; kommen sie daher irgendwo wirklich vor, so könnte das nur in Gegenden von geringer Ausdehnung sein.

Ist die Function V bekannt, so sind es mit ihr alle magnetischen Verhältnisse der Erde.

Bestimmen wir die Lage eines Punktes im Raume durch seine Entfernung r vom Erdcentrum und durch die geographische Länge und Breite des Punktes Q , in welchem r die Erdoberfläche schneidet, und nennen wir λ die Länge, von einem festen Erdmeridian nach Osten zu als positiv gezählt, und bezeichnen durch μ das Complement der Breite, so findet sich (Vgl. Resultate aus den Beobachtungen des magn. Vereins 1838, p. 21), wenn R den Erdhalbmesser vorstellt und $r > R$ ist,

$$I. V = \frac{R^3}{r^2} \left(P' + \frac{R}{r} P'' + \frac{R^2}{r^2} P''' \dots \right)$$

Die Werthe von P' , P'' , $P''' \dots$ werden erhalten aus der Gleichung

$P^{(n)} = g^{n,0} P^{n,0} + (g^{n,1} \cos \lambda + h^{n,1} \sin \lambda) P^{n,1} + (g^{n,2} \cos 2\lambda + h^{n,2} \sin 2\lambda) P^{n,2} + \dots + (g^{n,n} \cos n\lambda + h^{n,n} \sin n\lambda) P^{n,n}$
in welcher $g^{n,0}$, $g^{n,1} \dots$, $h^{n,1}$, $h^{n,2} \dots$ Constanten vorstellen und $P^{n,0}$, $P^{n,1} \dots$ bestimmt sind durch die Gleichung:

$$P^{n,m} = \left(\cos u^{n-m} - \frac{(n-m)(n-m-1)}{2(2n-1)} \cos u^{n-m-2} + \frac{(n-m)(n-m-1)(n-m-2)(n-m-3)}{2 \cdot 4 \cdot (2n-1)(2n-3)} \cos u^{n-m-2} \dots \right) \sin u^m.$$

Zerlegt man nun die Erdkraft in drei auf einander senkrechte Kräfte X , Y , Z , dergestalt, dass X senkrecht auf r nach Norden, Y senkrecht auf r nach Westen und Z nach der Richtung von r selbst wirkt, so erhält man für jeden durch r , u , λ gegebene Punkt, da rdu , $r \sin u d\lambda$, dr die Grösse eines Elementes nach der Richtung von X , Y , Z ausdrücken,

$$X = -\frac{dV}{rdu} = -\frac{R^3}{r^3} \left(\frac{dP'}{du} + \frac{R}{r} \frac{dP''}{du} + \frac{R^2}{r^2} \frac{dP'''}{du} \dots \right)$$

$$Y = -\frac{dV}{r \sin u d\lambda} = -\frac{R^3}{r^3 \sin u} \left(\frac{dP'}{d\lambda} + \frac{R}{r} \frac{dP''}{d\lambda} + \frac{R^2}{r^2} \frac{dP'''}{d\lambda} \dots \right)$$

$$Z = -\frac{dV}{dr} = \frac{R^3}{r^3} \left(2P' + \frac{3R}{r} P'' + \frac{4R^2}{r^2} P''' \dots \right)$$

oder für Punkte auf der Erdoberfläche wegen $r=R$

$$II. \begin{cases} X = -\left(\frac{dP'}{du} + \frac{dP''}{du} + \frac{dP'''}{du} \dots \right) \\ Y = -\frac{1}{\sin u} \left(\frac{dP'}{d\lambda} + \frac{dP''}{d\lambda} + \frac{dP'''}{d\lambda} \dots \right) \\ Z = 2P' + 3P'' + 4P''' \dots \end{cases}$$

Die ersten n Glieder der Reihe (I.) enthalten $n^2 + 2n$ Constanten; convergirt dieselbe also dergestalt, dass man beim n ten Gliede abbrechen darf, so hat man nur $n^2 + 2n$ beobachtete Werthe von X , Y , Z nöthig, um aus den Gleichungen (II.) jene Constanten, und somit P' , P'' , P''' , $P^{(n)}$, also auch V , X , Y , Z für jeden Ort der Erdoberfläche berechnen zu können.

Gauss fand, dass mindestens 4 Glieder beibehalten werden müssen, so dass 24 Constanten zu bestimmen bleiben, für die also die Werthe von X , Y , Z an 8 Beobachtungsorten nöthig wären. Diese Constanten hat indess Gauss auf einem anderen bequemeren und praktischeren Wege berechnet, indem er unter Benutzung der Sabine'schen Karte für die ganzen Intensitäten (im 7ten Report of the British association for the advancement of science), der Barlow'schen Declinationskarten (Phil. Trans. 1833), und der Horner'schen Inclinationskarten (Gehler VI) auf 7 Parallelkreisen die drei Elemente für je 12 gleich weit von einander entfernte Orte zum Grunde legte.

Durch die Substitution der so gefundenen Werthe der 24 Constanten, welche Gauss Elemente der Theorie des Erdmagne-

tismus nennt, verwandeln sich die Reihen (I. u. II.) in Ausdrücke für $\frac{V}{R}$ X , Y , Z , welche bloss von u und z abhängen. Man findet diese Ausdrücke in Gauss's und Weber's Resultaten aus den Beobacht. d. magn. Vereins v. 1838, p. 32, und ihre numerische Auswerthung von 5 zu 5 Breitengraden und von 10 zu 10 Längengraden in Gauss's und Weber's Atlas des Erdmagnetismus. Leipzig 1840.

Aus den Werthen von X , Y , Z findet sich dann die Declination δ , die Inclination i , die horizontale Intensität ω , und die ganze Intensität des Erdmagnetismus φ aus den Gleichungen

$$X = \omega \cos \delta, \quad Y = \omega \sin \delta, \quad \omega = \varphi \cos i, \quad Z = \varphi \sin i.$$

Trotz dem, dass die zum Grunde gelegten Data aus geographischen Darstellungen entlehnt werden mussten, die namentlich in Gegenden, aus denen keine direkten Beobachtungen vorhanden sind, viel Willkührliches enthalten, und trotz dem, dass überdies selbst die benutzten Beobachtungen nicht einer und derselben Zeit angehörten, zeigen die Vergleichen mit den Beobachtungen an 91 Orten aus den verschiedensten Erdgegenden eine überraschende Uebereinstimmung mit den Rechnungsresultaten (Siehe die oben angeführten „Resultate etc. p. 38).

Die Rechnung giebt für die Lage des magnet. Nordpols $73^\circ 35'$ N. Breite, $264^\circ 21'$ Länge (östlich von Greenwich), also $3^\circ 30'$ nördlicher als nach den von Ross gemachten Beobachtungen, und zwar mit der Intensität 1701 (die Intensität in London = 1372 genommen). Für die Lage des Südpols ergiebt sich $72^\circ 35'$ S. Br., $152^\circ 30'$ L. bei einer Intensität von 2253. Die magnetische Axe der Erde, d. h. diejenige Richtung, in Bezug auf welche das Moment des Erdmagnetismus ein Maximum ist, findet sich parallel demjenigen Erddurchmesser, welcher von $77^\circ 50'$ N. Br. $296^\circ 29'$ L. nach $77^\circ 50'$ S. Br. $116^\circ 29'$ L. geht, und das magnetische Moment in absolutem Mass (s. Art. magn. Intensität) bestimmte Gauss auf 853800 Quadrillionen, so dass dasselbe das Moment eines einpfündigen Magnetstabes, welches er zu 100877000 gefunden hatte, 8464 Trillionen Mal übertraf. Hieraus würde folgen, wenn die magnetischen Axen aller magnetisirten Erdtheile parallel wären, dass durchschnittlich jedes Achtel Kubikmeter mit jenem Stabe gleiche magnetische Kraft besässe.

Die Bedingungen, welche zu den vorstehenden Resultaten geführt haben, genügen unendlich vielen verschiedenen Arten der Vertheilung des Magnetismus im Innern der Erde, so dass man z. B. umgekehrt die Frage stellen kann: Wie müsste die Vertheilung sein, wenn alle magnetische Kraft lediglich ihren Sitz auf der Erdoberfläche hätte?

In letzterem Falle würde die Menge der magnetischen Flüssigkeit auf der Flächeneinheit $\frac{1}{4\pi} \left(\frac{V}{R} - 2Z \right) = \frac{1}{4\pi} (3P' + 5P'' + 7P''' \dots)$ sein.

Die Linie, welche die positiv magnetische Erdhälfte von der negativen trennte, würde dann den Aequator in zwei Punkten (in 6° und 186° L.) schneiden, und auf beiden Seiten sich bis etwa 15° entfernen; die Minima würden sich finden bei 55° N. Br. 263° L. (mit der Intensität $-209,1$), und bei 71° N. Br. 116° L. (mit der Intensität $-200,0$) und ein Maximum bei 70° S. Br. 154° L. (mit der Intensität $+277,7$).

Die hier in ihren Umrissen bezeichnete Gauss'sche Methode ist ferner geeignet (wenn gleich auch nur mit Hülfe viel umfassenderer und schärferer Beobachtungen, als sie jetzt existiren), erkennen zu lassen 1) ob der bisher allgemein angenommene Satz auch für die Erde gelte, dass jedes magnetische Element gleich viel nördliches und südliches magnetisches Fluidum enthalte; 2) ob der Sitz der magnetischen Kraft ganz oder zum Theil ausserhalb der Erde zu suchen sei; und 3) ob sämtliche Variationen des Magnetismus von galvanischen Strömen (oder äquivalenter magnetischer Materie), oder von sonst wie bewegter Elektrizität abgeleitet werden müsse.

Sind nämlich die Quantitäten des nördlichen und südlichen Magnetismus ungleich, so tritt in V und Z noch ein constantes Glied hinzu, von welchem sich untersuchen lasse, ob ihm ein nicht verschwindender Werth beizulegen sei. — Läge ferner die Quelle des Erdmagnetismus ausschliesslich ausserhalb der Erde, so träte zu V noch ein constantes Glied, und Z erhielte die Form $-(P' + 2P'' + 3P''' \dots)$, während X und Y ungeändert bleiben. Die Uebereinstimmung der Resultate, zu denen die Annahme des Magnetismus im Innern der Erde führte, mit der Erfahrung, scheint jedoch mit der letzten Annahme im Widerspruch zu sein. Ist es endlich nur ein kleiner Theil des Erdmagnetismus, welcher von Aussen her erzeugt wird, und bezeichnen \bar{V} und v die Gleichgewichtsfunktionen resp. für die Kräfte in- und ausserhalb der Erde, so dass an der Erdoberfläche $V = R(P^0 + P' + P'' + P''' \dots)$ und $v = R(p^0 + p' + p'' \dots)$ wäre, so ist die Gleichgewichtsfunktion für den gesammten Magnetismus $W = V + v = R(\alpha^0 + \alpha' + \alpha'' \dots)$, wo $\alpha^0 = P^0 + p^0$, $\alpha' = P' + p' \dots$

Die horizontalen Componenten der Erdkraft würden dann $-\frac{dW}{R \sin \alpha d\alpha}$ und die vertikale: $Z = Q^0 + Q' + Q'' \dots$, wo $Q^0 = P^0$

$Q' = 2P' - p$, $Q'' = 3P'' - 2p''$, $Q''' = 4P''' - 3p''' \dots$, also

$$3P' = 11' + Q'$$

$$3p' = 211' - Q'$$

$$5P'' = 11'' + Q''$$

$$5p'' = 311'' - Q''$$

$$7P''' = 11''' + Q''' \text{ etc.}$$

$$7p''' = 411''' - Q''' \text{ etc.}$$

so dass sich durch die Verbindung der horizontalen Kraft mit der vertikalen die Grösse W in seine Bestandtheile zerlegen und entscheiden lässt, ob v einen merklichen Werth hat.

Sind endlich die gleichzeitigen Aenderungen der Componenten der erdmagnetischen Kraft ΔX , ΔY , ΔZ , so wird, wenn man dieselben eben so behandelt, wie oben X , Y , Z , schon aus der Uebereinstimmung der Resultate für die horizontalen Componenten erkannt werden, ob sie von galvanischen Strömen oder (was in Bezug auf die Rechnung einerlei ist) von wirklicher magnetischer Materie herühren, oder ob, wie es bei den durch Nordlichter erzeugten Variationen möglich wäre, die Electricität sich nicht in geschlossenen Strömen bewegte. Die Zuziehung der Variationen der vertikalen Componente würde überdies entscheiden, ob deren Quelle über oder unter der Erde zu suchen sei.

Ueber die Variationen des Erdmagnetismus sind die ausführlichsten theoretischen Betrachtungen von Moser angestellt. Derselbe denkt sich hierbei die Erdkraft in einem Punkt der Richtung der In-

clinationsnadel concentrirt, und die störende Kraft in einem zweiten Punkt, den er den veränderlichen Pol nennt, und dessen Lage er nebst der Intensität der störenden Kraft aufzusuchen lehrt. Die Verticalebene, in welcher sich dieser Concentrationspunkt zu einer bestimmten Zeit befindet, bestimmt er auf folgende Weise:

Die Declinationsänderung einer Nadel sei d , und d' sei die gleichzeitig beobachtete Declinationsänderung einer zweiten Nadel, die aus dem normalen magnetischen Meridian um den Winkel Z dadurch abgelenkt worden ist, dass ihr Aufhängefaden eine Drehung von α Graden erfahren hat. Ist dann w die horizontale Erdkraft, w' die Intensität der nach dem Horizont zerlegten störenden Kraft, und y der Winkel zwischen den Richtungen von w und w' , so ist für eine Nadel, deren Moment h ist,

$$\omega h \sin d = \omega' h \sin (y - d), \text{ oder } \omega' = p \omega \text{ setzend,}$$

$$(1) \sin d = p \sin (y - d).$$

Auf die zweite Nadel wirkt ($Z \pm d, = z$ gesetzt) ω mit der Kraft $\omega h \sin z$, ω' mit der Kraft $w' h \sin (y - z)$, die Torsion mit der Kraft $\mathfrak{S} (x - z)$, so dass

$$\omega h \sin z = \mathfrak{S} (x - z) + \omega' h \sin (y - z)$$

entsteht, oder, wenn man den Quotienten $\frac{\mathfrak{S}}{\omega h}$, der sich durch Beobachtung finden lässt (s. Art. Intensität des Magnetismus) mit k bezeichnet,

$$\sin z - k (x - z) = p \sin (y - z).$$

Diese Gleichung in Verbindung mit (1) giebt

$$(2) \tan y = \frac{k(x-z)}{\cos z - A \cos d}, \text{ während } A = \frac{\sin z - k(x-z)}{\sin d},$$

Die Gleichungen (1 und 2) geben dann y und p , welche zur Bestimmung der Grösse und Richtung der Störungskraft ω' in soweit ausreichen, als nur noch unbestimmt bleibt, ob der veränderliche Pol von Norden her den Nordpol oder von Süden her den Südpol anziehe.

Der Winkel λ , welcher die Richtung der störenden Kraft mit der nach Süden zu gelegenen Hälfte des Horizonts bildet, bestimmt er folgendermassen. Die störende Kraft, deren Intensität proportional

$\frac{p}{\cos \lambda}$ ist, wirkt auf die Inclinationsnadel nur mit der nach der Ebene des magnetischen Meridians zerlegten Componente $p \sqrt{\cos^2 y + \operatorname{tg}^2 \lambda}$. Bildet also diese Componente mit dem Horizont den Winkel λ_1 , und hat sich die Inclination von I auf $I - i$ gemindert, so ist

$$p \sin (I - i + \lambda_1) \sqrt{\cos^2 y + \operatorname{tg}^2 \lambda} = \frac{\sin i}{\cos I}$$

woraus man, insofern

$$\cos \lambda_1 = \frac{\cos y}{\sqrt{\cos^2 y + \operatorname{tg}^2 \lambda}}, \sin \lambda_1 = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sqrt{\cos^2 y + \operatorname{tg}^2 \lambda}} \text{ ist,}$$

$$\text{findet: } p [\sin (I - i) \cos y + \cos (I - i) \operatorname{tg} \lambda] = \frac{\sin i}{\cos I},$$

welche Gleichung das gesuchte λ liefert. d und y sind hierbei nach Osten hin gezählt, und die positiven p deuten auf eine Anziehung des Südens der Nadel, die negativen auf eine Abstossung.

In Bezug auf die von der Sonne abhängigen, regelmässigen, täg-

lichen und jährlichen Variationen glaubt Moser, dass sie durch eine überwiegende Erwärmung derjenigen Stelle herrühren, in welchem die Richtung der störenden Kraft die Erdoberfläche schneidet (und welche durch γ und λ vollkommen bestimmt ist), und betrachtet hierbei diejenige Declination als normal, d. h. als von der Sonnenwirkung unabhängig, welche der vormittägigen (um 10 Uhr eintretenden) mittleren Declinationsrichtung entspricht. Diese Annahme stützt er darauf, dass man die störende Ursache als die Inclination schwächend ansehen müsse, und dass gerade jene Zeit mit der Zeit des Maximums der Inclination und des Maximums der horizontalen Intensität zusammenfalle. Die Zeit der nachmittägigen mittleren Declination (etwa zwischen 5 und 6 Uhr), die zugleich die Zeit der kleinsten Neigung und der grössten horizontalen Intensität ist, sei dann diejenige Zeit, zu welcher der Ort der Störung durch den magnetischen Meridian geht. Dass diese letzte Zeit nicht mit der Zeit der grössten Wärme zusammenfalle, erklärt er daraus, dass die Wärme der am Störungsort befindlichen Erdschicht das Wirkende sei, und also eine gewisse Zeit verliessen müsse, ehe diese sich bis zu einer gewissen Tiefe fortpflanze. Bezugs des Verlaufs der periodischen Variationen spricht sich nun Moser so aus:

Die ganze Erdrinde ist magnetisch und wird lokal da geschwächt, wo die Wärme derselben am grössten ist. Daher geht des Vormittags, insofern alsdann die Ostseite sich erwärmt, auf der nördlichen Halbkugel der Nordpol, auf der südlichen der Südpol nach Westen. In der Richtung des Meridians sind auf der nördlichen Halbkugel die südlichen Theile am Tage am stärksten erwärmt, also wird vom Vormittag ab der Nordpol der Nadel weniger angezogen und die Inclination nimmt ab, während aus derselben Ursache die horizontale Intensität zunimmt. Da überdies die Temperatur-Differenzen zu einerlei Zeit auf den Meridianen geringer sind, als auf den Parallelkreisen, so sind die Declinationsänderungen grösser als die Inclinationsänderungen. — Die magnetischen Variationen sind, wie die thermischen, bei Tage grösser als bei Nacht, im Sommer grösser als im Winter, bei bedecktem Himmel geringer als bei heiterem. In der heissen Zone sind die Declinations- und Inclinations-Variationen sehr gering, weil die Temperatur dort wenig schwankt; dagegen würden daselbst wahrscheinlich die Intensitäts-Variationen grösser wegen des entgegengesetzten Magnetismus in Norden und Süden. Die Zeit der mittleren Declination ist wie die der mittleren Temperatur des Vormittags constanter als des Nachmittags. Die mittlere jährliche Declination fällt mit der mittleren Jahreswärme zusammen, und wahrscheinlich die mittlere Frühjahrswärme mit dem Maximum der Inclination und dem Minimum der horizontalen Intensität, die mittlere Herbstwärme mit dem Minimum der Inclination und dem Maximum der horizontalen Intensität.

In Bezug auf die unregelmässigen Störungen hält Moser den Ort des veränderlichen Pols für den Ort der Störung, und namentlich bei den Nordlichtsstörungen für den Ort des Nordlichts, der sich auf dem angegebenen Wege durch Beobachtungen an zwei verschiedenen Orten ausmitteln lasse. Indess möchte sich hiergegen einwenden lassen, dass alsdann auch der Punkt, in welchem sich die Rich-

tungen zweier entfernten, im mittleren magnetischen Meridian befindlichen Inclinationsnadeln schneiden, der Sitz des Erdmagnetismus sei. Durch den veränderlichen Pol geht nur die Resultante der störenden Kräfte; diese Kräfte selbst können rings um die Nadel vertheilt sein. R.

Erdöl siehe Steinöl.

Erdpech siehe Asphalt.

Eremit, von *ἐρημία* Einsamkeit, wurde ein 1836 in Connecticut in einem grossen Geschiebe von albitischem Granit gefundenes Mineral wegen seines vereinzelt Vorkommens benannt. Die Krystalle sind klein und (2 + 1) gliedrig, glatt, glänzend, durchscheinend und von gelblichbrauner Farbe. Härte zwischen Apatit und Feldspath, spec. Gewicht 3,714. Vor dem Löthrohr wird er weiss, aber nicht geschmolzen; gepulvert mit Schwefelsäure erhitzt, entwickelt er Flusssäure. Nach Shepard, von welchem die angegebenen Bestimmungen des Minerals mit Ausnahme der krystallographischen, herrühren, ist es wahrscheinlich ein Fluortitanat. Pogg. XLVI. 645. B.

Ergänzungsfarben siehe Complementarfarben.

Ergotin. Ein braunrothes, bitter und aromatisch schmeckendes Pulver, welches beim Erwärmen einen eigenthümlichen Geruch verbreitet und nach Wiggers aus dem Mutterkorn (*Secale cornutum*) dargestellt wird, indem man dasselbe mit Aether vom Fett befreit, mit Alkohol auskocht, denselben abdestillirt und den Rücksand hierauf mit Wasser vermischt, wobei man das mit den erwähnten Eigenschaften begabte Pulver erhält. Es löst sich nicht in Wasser, nur sehr wenig in Aether, aber mit rothbrauner Farbe in Alkohol, woraus es durch Chlorwasser mit weisser Farbe gefällt wird. Verdünnte Säuren zeigen keine Einwirkung darauf, von concentrirter Schwefelsäure wird es aber gleichfalls mit rothbrauner Farbe aufgelöst; es besitzt weder saure noch alkalische Reaction. Wiggers sieht es als das wirkende Princip des Mutterkornes an. (Ann. der Pharmacie I. 171.) M.

Erhebungen des Bodens in Folge von Erdbeben, bei welchen der gehobene Theil nicht wieder zurücksinkt, sind 1690 in Westindien, 1750, 1822 und 1835 in Chile beobachtet worden. Sehr auffallende Zeugen solcher Erhebungen zeigen sich in der Grotta di Mardolce unter den Abhängen des 2600 Fuss hohen Monte Griffone in der Nähe von Palermo, deren Eingang jetzt 180 Fuss über dem Meeresspiegel befindlich ist, die in ihrem Innern aber die deutlichsten Spuren der ehemaligen Anwesenheit des Meeres zeigt. Auch gehört hierher der bekannte Scrapistempel bei Puzzuoli, dessen 40 Fuss hohe Marmorsäule in einer 3 Fuss breiten Zone von Bohrmuscheln durchlöchert sind, wobei das Meer mindestens 18 Fuss über seinem jetzigen Niveau gestanden haben muss. Die Erhebung der schwedischen Küsten von Calmar bis Torneo kann ebenfalls durch die Beob-

achtungen von Brunerona, Hällström, v. Buch, Lyell und andere als erwiesen angesehen werden. D.

Erhebungskrater unterscheidet Leopold v. Buch von Ausbruchskratern, welche sich allmählig durch wiederholte Ausbrüche aufthürmen und versteht darunter die kraterähnlichen Formen des Bodens, deren einfassende Wände aus den Schichtenköpfen der ringsum gleichförmig aufsteigenden Gesteinbänke gebildet sind, die durch zahlreiche, senkrecht niedersetzende, enge Spaltenthäler (Barancos) strahlenförmig zerrissen sind. Solche Bildungen seien nicht aufbauenden Lavaströmen zuzuschreiben, sondern das Ergebniss einer vor dem Aufbrechen des Vulkans stattgefundenen Erhebung. Die im Innern trichterförmige Höhlung (welche die Spanier bei den Erhebungsinseln Caldera nennen) ist nach dieser Ansicht entweder in der Tiefe liegen geblieben, indem die Spitze des sich erhebenden Kegels abbriss, oder während der Erhebung wieder niedergesunken. Palma, Santorin, die Columbretes sind Beispiele solcher Erhebungsinseln, wo das Ganze geschlossen geblieben ist, während der Vesuv im Innern des Erhebungskraters der Somma sich als thätiger Vulkan erhob, ähnlich wie der der Barreninsel, wo die Einsenkung so tief, dass sie vom Meere erfüllt ist. Die Bildung der Erhebungskrater gehört daher einer energischeren Thätigkeitsepoche des Erdinnern an, als die jetzigen vulkanischen Ausbrüche, die auf dem Boden eines Erhebungskraters am leichtesten stattfinden können, ohne selbst diesen Krater bilden zu können. (Abb. d. Berl. Akad. 1818, 19. Leonhard's Taschenbuch 1821, p. 391. Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln). D.

Erhebungstheorie. Die erste Grundlage derselben wurde von Stenon gelegt in seinem Werke: *De Solido intra solidum naturaliter contento* 1669. Die Bemerkung, dass die Erdrinde aus parallel übereinander gelagerten Schichten bestehe, führte ihn zu der Bemerkung des Unterschiedes von Sedimenten und Incrustationen in den Ablagerungsverhältnissen eines in einem Flüssigen suspendirten Festen. Weitverbreitete Bildungen seien aus den Meeressgewässern abgeschieden, lokale aus übergetretenen Flüssen und stehenden Seebecken. Die Neigung, Biegung und Zerbrechung der Gebirgsschichten sei ein Beweis, dass sie sich nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage befänden, welche horizontal gewesen sein müsse. Eine senkrecht aufwirkende Kraft habe die Schichten zerbrochen, die festen Steine in Blöcke zersprengt und erdige Schichten zu Pulver zerrieben, wobei durch aufsteigende Dämpfe Höhlungen entstanden, welche Einstürze veranlasst hätten.

Noch deutlicher spricht sich aber Lazar Moro aus (Neue Untersuchungen der Veränderungen des Erdbodens nach Anleitung der Spuren von Meerthieren und Meergewächsen, die auf Bergen und in trockener Erde gefunden werden. Leipzig 1751. A. d. Ital. übers.). Er sagt ausdrücklich, dass die Meeressgeschöpfe, Thiere sowohl als Pflanzen, deren Trümmer und Ueberreste wir heut zu Tage auf oder unter gewissen Bergen finden, in Meerwasser geboren, ernährt und erwachsen sind, bevor diese Berge über das Meer emporgehoben wurden. Alsdann erst wurden sie da hinauf getrieben, wo sie jetzt

grösstentheils versteinert liegen, als die Berge aus dem Schoosse der vom Wasser bedeckten Erde aufsteigend, sich zu der Höhe erhoben, in welcher wir sie jetzt sehen. Alle Inseln, alle Berge, auch die in festem Lande, ja alles Land, das die Vorsehung dem Menschen zur Benutzung bestimmt habe, sei durch unterirdisches Feuer aus dem Schoosse des Erdballs in die Luft emporgetrieben, und über das Wasser, von dem sie vormals bedeckt waren, erhoben worden.

Die Bemerkung, dass an der Stelle, wo die bisher von S. W. nach N. O. ununterbrochen fortgehende Alpenkette in der Nähe von Grätz bei Obdach sich in zwei fast senkrecht aus einander gehende Züge gabelt, plötzlich Trachyte hervortreten, führte Leopold von Buch zu der Ansicht, dass die hier an die Oberfläche hervortretenden vulkanischen Massen wohl die Erhebung der ganzen Alpenkette bewirkt haben möchten. Die Lagerungsverhältnisse des schwarzen und rothen Porphyrs im Fassathale und am Luganer See, die damit im Zusammenhange stehende Veränderung des Kalksteins in Dolomit bestätigte und erweiterte diese Ansicht, nach welcher die plutonischen, krystallinisch körnigen Gesteine, welche die Centralkette der Gebirge bilden, erst später in den frühern Schichtenverband der Gesteine eingedrängt haben. Die Hauptlängenrichtung der Gebirge sei daher die Richtung einer Spalte, aus deren aufklaffenden Rändern die Centralketten sich erhoben und die Seitenketten seitwärts wegrückten. Diese Hauptrichtungen unterscheiden demnach die Gebirge in einzelne Gebirgssysteme, von welchen Leopold von Buch in Deutschland vier unterschied: das niederländische, hercynische, Rhein- und Alpensystem.

Dieser Ansicht gab Elie de Beaumont eine grössere Ausdehnung. Nach ihm ist jedes Gebirgssystem nicht nur durch die eigenthümliche Parallelrichtung seiner Ketten, sondern auch dadurch unterschieden, dass es in einer bestimmten Periode der Erdbildung seine gegenwärtige Stellung erlangt hat. Alle aufgerichteten Gebirgsschichten sind Uferländer von Wasserbecken, in denen sich die späteren horizontalen Schichten abgelagert haben, nachdem jene bereits erhoben. Das relative Alter der Gebirge bestimmt sich daher nach der Anzahl der erhobenen Schichten und darnach, welche Schicht nicht mit erhoben ist. Die Bildungszeit dieser letztern fällt nach der Epoche, wo die zuletzt erhobene Schicht aus der horizontalen Lage erhoben wurde, und wird begrenzt durch Hervortreten des Gebirges, an welche sie zuerst erhoben erscheint.

Leopold von Buch über Dolomit als Gebirgsart. *Abh. d. Berl. Akad.* 1822. p. 82, über einige geognostische Erscheinungen in der Umgebung des Luganer See 1826. 193. über die Lagerung des Melaphir und Granit in den Alpen von Mailand, *ib.* pag. 205. Leonhard's Taschenbuch 1824. p. 501. Elie de Beaumont *recherches sur quelques unes des révolutions de la surface du globe présentant différens exemples de coincidence entre le redressement des couches de certains systemes de montagne, les changemens soudains qui ont produit les lignes de démarcation, qu'on observe entre certains étages consécutifs des terraces de sediments.* *Annales des Sciences naturelles* XVIII. XIX. Auszug in Pogg. *Ann.* XVIII. p. 19 u. XXV, p. 1.

D.

Erinit nannte Haidinger ein zu Erin in der Grafschaft Limerik in Irland vorkommendes Mineral. Es bildet concentrisch schalige, smaragd- oder grasgrüne Ueberzüge, von Härte des Apatits. Spec. Gewicht 4.04. Die Krystalle sind sehr undeutlich, wahrscheinlich zweigliedrig. Turner fand darin 59,44 Kupferoxyd; 33,78 Arseniksäure; 5,01 Wasser; 1,77 Thonerde, was mit der Formel $\text{Cu}_2 \text{As}_2 + 2\text{H}$ ziemlich gut übereinstimmt. Pogg. Ann. XIV. 228. — Was Thomson Erinit nennt nach Erin dem alten Namen Irlands ist der Beschreibung nach eine Art Bolus aus einem Mandelstein in der Grafschaft Antrim. Outlines of min. I. 341. Glockers Jhrsh. V. 200. B.

Erkaltung siehe Wärme, strahlende.

Erlan (Breithaupt) ein derbes, grünlich graues Gestein von Erla bei Schwarzenberg im Erzgebirge, wahrscheinlich ein Gemenge. Berzelius Jahresh. IV. 158. B.

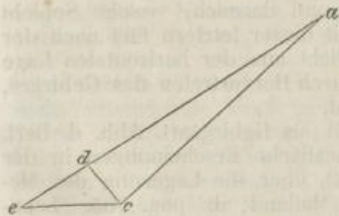
Erlangerblau ist eine Sorte Berlinerblau.

Erleuchtung. Das, was den Grad der Erleuchtung einer dunklen Fläche b durch einen Lichtpunkt a von bestimmter Leuchtkraft bestimmt, ist die Entfernung $a b$ und die Neigung der Fläche b gegen die Richtung der auffallenden Strahlen.

1) Was die Entfernung betrifft, so ist die Erleuchtung dem Quadrat der Entfernung umgekehrt proportional, falls nur das Licht zwischen a und b keine Schwächung erleidet. Denkt man sich nämlich um a Kugelflächen von verschiedenem Radius beschrieben, so werden alle von derselben Menge Licht erleuchtet, und da ihre Flächen sich wie die Quadrate der Radien verhalten, so muss die Menge der Strahlen, die auf gleich grosse Stücke der Kugelflächen fallen, sich umgekehrt wie diese Quadrate verhalten.

(2) Was die Steigung der Strahlen betrifft, so denke man sich den Lichtpunkt a hinreichend weit von der erleuchteten Fläche cd entfernt, um ad und ac gleichzeitig senkrecht auf cd annehmen zu können, und denke ce als zweite Lage dieser Fläche. Alsdann ist $cd : ce = \sin aec : 1$, und da die von c bis d und die von c bis e reichende Fläche gleichviel Licht erhalten, diese Flächen sich aber umgekehrt wie die Sinus der Einfallswinkel adc und aec verhalten, so verhalten sich die Erleuchtungen direkt wie diese Sinus.

Ist daher der beleuchtende Körper nicht ein Punkt, sondern eine Fläche von der Grösse A , sind aber alle Punkte desselben von derselben Leuchtkraft i , so ist die Erleuchtung einer Fläche b von der Grösse 1 , $= \frac{Ai}{d^2} \sin e$, wenn d die Entfernung und e der Einfallswinkel ist.



Ist ferner m die Menge der von einem Körper a aus ins Auge dringenden Lichts, und g die Grösse des Bildes von a auf der Netzhaut, so kann man $\frac{m}{g}$ als Mass der scheinbaren Helligkeit von a ansehen. Nennen wir diese h , so ist, da (die Entfernung der Netzhaut von dem Augencentrum = 1 genommen) $g = \frac{A}{d^2}$ ist, $h = \frac{md^2}{A}$.

Die Menge des auf eine Fläche senkrecht fallenden Lichts wurde aber $= \frac{Ai}{d^2}$ gefunden, also sind m und i proportional, und daher die scheinbare Helligkeit unabhängig von der Entfernung des leuchtenden Körpers. Da ferner i mit h proportional ist, so kann man aus der scheinbaren Helligkeit eines Punktes auf seine Leuchtkraft i schliessen, und da z. B. die Sonne an ihrem Rande ebenso leuchtend wie in der Mitte erscheint, so muss die Intensität der Sonnenstrahlen, so wie überhaupt aller Lichtstrahlen, dem Sinus des Lichtaussendungswinkels proportional sein.

R.

Erschütterung siehe Schlag, elektrischer.

Erucin. Der weisse Senf enthält ausser dem Sinapin noch einen andern Stoff, der von Simon Erucin genannt worden ist, und erhalten wird, wenn der Senf mit Aether extrahirt und das Extract in einer offenen Schale an der Luft stehen gelassen wird, wobei sich nach einiger Zeit eine Menge kleiner, harter und krystallinischer Körner ausscheiden, die ganz unlöslich in Wasser und in Alkalien sind, sich nur schwer in Alkohol, aber leicht in Aether und Oelen auflösen. (Pogg. Ann. XXXIII. 621. XXXIV. 539.)

M.

Erwärmung siehe Wärme.

Erythrin kommt in einigen Flechten, z. B. in *Parmelia rocella* und *Parmelia tartarea* vor, und wird durch Behandlung derselben mit Weingeist oder Ammoniak gewonnen. Heeren, der diesen Stoff dargestellt hat, schreibt vor, Ammoniak anzuwenden, weil beim Kochen der Flechten mit Weingeist das Erythrin sich zersetzt. Die Flechten werden mit Ammoniak übergossen, damit geknetet, die erhaltene trübe Lösung mit Wasser versetzt und hierauf eine verdünnte Auflösung von Chlorecalcium, zu der man etwas Ammoniak gesetzt hat, hinzugefügt, wodurch rocellsaure Kalkerde gefällt wird. Die klare, röthlich gefärbte Flüssigkeit wird abfiltrirt, durch Salzsäure übersättigt und das gallertartig abgeschiedene Erythrin durch Erhitzen der Flüssigkeit wieder aufgelöst, worauf es sich beim Erkalten derselben pulverförmig absetzt. Es wird abfiltrirt, in warmem Alkohol wieder aufgelöst, mit Thierkohle digerirt, filtrirt, die Lösung mit kochendem Wasser verdünnt und bis sie erkaltet, ist stehen gelassen. Das Erythrin scheidet sich dabei als weisses Pulver aus, hat ein krystallinisches Ansehen, ist geruch- und geschmacklos, unlöslich in kaltem Wasser, Aether und Terpentinöl, löst sich aber in Alkohol auf, die Auflösung röthet schwach das Lakmuspapier. Bei einer Temperatur von 100° schmilzt es zu einer durchsichtigen Masse,

48*

die beim Erkalten hart und brüchig erscheint, noch weiter erhitzt, bläht es sich stark auf, verflüchtigt sich zum Theil, zum Theil wird es aber auch verkohlt. Es brennt mit einer hellen, stark russenden Flamme. Von den Einwirkungen concentrirter Säuren auf das Erythrin sind folgende bemerkenswerth: Schwefelsäure löst es auf, durch Wasser wird es daraus wieder abgeschieden, Chlorwasserstoffsäure ist ohne Wirkung, Essigsäure verhält sich wie Schwefelsäure. Ein anderes Verhalten zeigt die Salpetersäure, es wird dadurch zersetzt, die Auflösung nimmt eine gelbe Farbe an, die bei Zusatz von Ammoniak orange wird.

Kaustische und kohlen saure Alkalien lösen das Erythrin leicht auf, Säuren schlagen es daraus wieder unverändert nieder, wird aber die Auflösung bei Abschluss der Luft längere Zeit gekocht, so bildet sich das Erythrinbitter und bei Zutritt der Luft das Flechtenroth.

Besonders bemerkenswerth ist noch die Einwirkung des Alkohols auf das Erythrin, wird es damit gekocht, so bildet es einen weissen, krystallisationsfähigen Körper, der Pseudoerythrin genannt worden ist, sich leicht in absolutem Alkohol und in Alkalien auflöst, aber in Wasser sehr schwerlöslich ist. Es schmilzt bei 120°. In seinem Verhalten unterscheidet es sich von dem Erythrin nur dadurch, dass es beim Kochen mit Alkalien kein Erythrinbitter liefert. Es besteht aus $C_{12} H_{16} O_5 = C 60.64 H 6.58 O 32.96$. (Schweigger's Journal LIX. 313. Pogg. Annal. XXI. 33.) *Vergleiche Lakmus u. Orseille.* M.

Erythrinbitter. Erhitzt man in einem Gefässe so lange eine Auflösung von kohlen saurem Ammoniak, bis alle Luft daraus ausgetrieben ist, schüttet dann Erythrin hinein, fährt mit dem Erwärmen fort, bis sich kein Ammoniak mehr entwickelt, und dampft dann die Flüssigkeit langsam ein, so erhält man ein braunes, bitter schmeckendes Extract, das sich leicht in Wasser und Alkohol auflöst und den Namen Erythrinbitter erhalten hat. Durch die Einwirkung der Luft wird es beim wiederholten Auflösen und Abdampfen immer brauner. Wird bei der Darstellung desselben die Luft vollkommen abgehalten, so kann es farblos erhalten werden. *Vgl. Lakmus und Orseille.* M.

Erythrophyll siehe Blattroth.

Esenbeckin. Wird die Rinde der Esenbeckia febrifuga mit saurem Wasser behandelt, die Auflösung mit Magnesia versetzt und der dadurch entstandene Niederschlag abfiltrirt und mit Aether ausgewaschen, so erhält man ein mit bunten Farben schillerndes, glänzendes Pulver, das einen scharf bitteren Geschmack besitzt, sich leicht in Wasser und Alkohol auflöst, unlöslich aber in Aether ist und aus seinen Auflösungen durch Oxalsäure und Gerbsäure gefällt wird. Mit Säuren giebt es leicht lösliche, bitter schmeckende Salze. (Buchner's Repert. XXXI. 381. XXXVII. 4.) M.

Essiggeist, auch Essigalkohol, Aceton, Mesitalkohol genannt, ist eine alkoholähnliche Flüssigkeit, die durch Destillation der essigsauren Salze gewonnen wird. Die Schicksale dieser Flüssigkeit in den Hän-

den der Chemiker, welche dieselbe längst unter dem Namen spiritus pyroaceticus kannten, sollen hier nicht weiter erwähnt werden, es genüge, dass Liebig sie zuerst rein darstellte und ihre Zusammensetzung bestimmte, während Kane ihr weiteres chemisches Verhalten studirte und besonders die Aehnlichkeit mit Alkohol strenger nachwies.

Bei der Bildung des Essiggeistes zerlegt sich die in den destillirten Salzen enthaltene Essigsäure in Kohlensäure und Essiggeist. Diese Reaction geht aber bei keinem Salze, und auch nicht bei der von Liebig und Pelouze angegebenen Methode, Essigsäuredampf durch ein mit Kohlenpulver gefülltes schwachrothglühendes Rohr zu leiten, so rein vor sich, dass nicht mehr oder minder Nebenproducte entstanden, welche nachher zu beseitigen sind.

Die Reinigung von diesen Nebenproducten geschieht vortheilhaft durch mehrmaliges Schütteln mit Baumöl (welches die Brandöle auflöst) und nachherige Destillation über Kalkhydrat im Wasserbade. Eine andere Reinigungsmethode besteht in mehrmaligem Vermischen mit Wasser, von welchem man den Essiggeist jedesmal abdestillirt und jedesmal reiner erhält, bis derselbe zuletzt nur noch durch Chlorcalcium von aufgelösetem Wasser befreit zu werden braucht.

Der Geruch und Geschmack sind durchaus eigenthümlich, ersterer nur wenig an Essigäther erinnernd. Er mischt sich mit Wasser, Weingeist, Holzgeist, Aether in allen Verhältnissen, löst aber fast gar keine Salze auf. Der Siedepunkt liegt bei 55°.

Was nun die Zusammensetzung des Essiggeistes betrifft, so fand Liebig sie zu: $C^3H^6 + O$, was ein Atomgewicht = 366,753 ausmacht. Dabei hat der Dampf ein durch eine sehr wahrscheinliche Hypothese über die Condensation des Radicals und des Sauerstoffes gefordertes und durch Wägung bestätigtes spezifisches Gewicht von 2,0219.

Die Aehnlichkeit des Essiggeistes mit Holzgeist und Alkohol erstreckt sich besonders auch auf seine Zersetzungen, indem ihn Säuren dergestalt disponiren, dass er bald die Bestandtheile von 1 Atom Wasser, bald die von 2 Atomen an sie abgibt, und so bald mit ihnen ein ätherartiges Oxyd von der Form $C^6H^{10} + O$ oder eine Verbindung C^6H^8 bildet. Das Radical C^6H^{10} , welches Kane Mesityl, und Berzelius, dem dieser Name zu lang schien, Oenyl genannt hat, bildet eine Reihe von Verbindungen, welche hier passend im Zusammenhange abgehandelt werden, da sie, lexicalisch auseinandergerissen, jedesmal eine Auseinandersetzung fordern, die hier ein für alle Mal gegeben ist. — Kane's Nomenclatur, obgleich weniger systematisch als die später von Berzelius vorgeschlagene, scheint dennoch die Oberhand zu behalten, und soll deshalb vorangestellt werden.

Mesityloxyd (Mesitylenhydrat, Oenylloxyd), die oben schon angegebene Verbindung $C^6H^{10} + O$, entsteht zwar wie Aether aus Alkohol bei Behandlung mit Schwefelsäure, doch so kärglich und unrein, dass zur Darstellung dies Verfahren durchaus nicht angewendet werden darf. Zweckmässiger ist es, zuerst Mesitylchlorür auf die später anzugebende Weise zu bereiten, und aus einer alkoholischen Auflösung desselben mit gleichfalls alkoholischer Kalialösung das Mesityloxyd abzuscheiden, dieses durch Wasser von fremden Beimi-

schungen zu reinigen, dann über Chlorcalcium zu trocknen und zu destilliren, wobei man jedoch als Mesityloxyd nur das auffangen darf, was genau bei 120° übergeht, denn dies ist der Siedepunkt des Körpers, der nach der Destillation sich als eine farblose, wohlriechende, in Alkohol und Aether, nicht aber in Wasser, lösliche und dabei leicht entzündliche Flüssigkeit zeigt. Dieses Oxyd verbindet sich mit Säuren, aber ohne sie zu neutralisiren; vielmehr geht es mit in die salzartigen Verbindungen dieser Säuren ein, deren Sättigungscapacität durch die Anwesenheit desselben nicht verändert wird, wenn auch ihre Eigenschaften dadurch eine bedeutende Modification erleiden. Speciell untersucht sind von diesen Verbindungen nur die mit Schwefelsäure und den Säuren des Phosphors.

Mesityloxyd mit Schwefelsäure. Es wurde vorhin angegeben, dass das reine Oxyd sich mit Schwefelsäure nicht gut aus Essiggeist bereiten lasse, es verbindet sich nämlich diese sogleich mit dem entstehenden Oxyd und zwar je nach den vorliegenden Mengen 1 Atom Oxyd entweder mit 1 oder 2 Atomen Schwefelsäure, ohne deren Sättigungscapacität zu ändern. Diese Säuren nennt Kane Mesitylschwefelsäure und Mesityldoppelschwefelsäure, Berzelius dagegen Oenyloxyd-Schwefelsäure und Oenyloxyd-Doppelschwefelsäure. Erstere von beiden scheint sich lieber zu bilden, und findet sich meist auch bei Darstellung der zweiten ein; die Darstellung beider beruht jedoch auf demselben Verfahren, indem man blos den Essiggeist mit Schwefelsäure, im ersten Fall mit dem halben, im zweiten mit dem doppelten Volumen des angewandten Essiggeistes schüttelt, darnach die Flüssigkeit verdünnt und mit kohlsaurem Kalk, Baryt, oder Blei sättigt, welche mit Schwefelsäure unlösliche Salze bilden und also eine leichte Abscheidung der löslichen Salze gestatten, welche wiederum zersetzt, die Säuren in flüssiger Form ausscheiden. Beide Säuren sind wenig beständig und können, weil sie sich zersetzen, durch Abdampfen nicht concentrirt werden. Die Salze, soviel ihrer untersucht sind, entzünden sich beim Erhitzen und verbrennen mit Flamme unter Zurücklassung eines neutralen Erdsalzes.

Mesityloxyd mit den Säuren des Phosphors. Ueber diese Säuren muss noch eine weitere Untersuchung entscheiden, denn Kane's Bestimmungen scheinen um so weniger genügend, da die eine Säure sich nur in Salzverbindungen zeigte, die zweite aber, welche auch isolirt auftrat, in diesem Zustande nicht untersucht wurde. Nach der Meinung über die Zusammensetzung der beiden Säuren sind sie Mesitylphosphorsäure und Mesityl-unterphosphorige Säure benannt worden; die erste soll sich bilden, wenn man Phosphorsäure in Essiggeist auflöset und nachher mit Natron sättigt; die zweite, wenn Essiggeist mit Jod und Phosphor destillirt wird.

Mesityl mit Haloiden. Mit den Salzbildern geht das Mesityl Verbindungen ein, welche sich als eigene Aetherarten characterisiren. Mesitylchlorür bildet sich, wenn man in reinen wasserfreien Essiggeist Salzsäuregas leitet, welches in Menge und mit Heftigkeit absorhirt wird. Die entstehende braune Flüssigkeit wäscht man möglichst schnell mit Wasser, digerirt sie, um sie völlig neutral zu erhalten, mit Bleioxyd und befreit sie von Wasser durch Chlorcalcium. Durch längeres Aufbewahren und Destillation zersetzt es sich, ist also

auch durch letztere nicht zu reinigen. Reiner jedoch als auf diese Weise lässt es sich gewinnen, wenn man einen wasserhaltigen Essiggeist mit Phosphorsuperchlorid zersetzt, und in diesem Grade der Reinheit bildet es ein gelbes, öliges und schweres Liquidum von der Zusammensetzung $C^6H^{10} + Cl^2$. Bei der Zersetzung bildet es Cl^2H^2 und C^6H^8 .

Mesityljodür. Auch diese Verbindung bildet eine ähnliche Flüssigkeit und wird bereitet, indem man ein Volumen Jod und 2 Volumen Essiggeist zusammenschüttet und ein Stück Phosphor hinzuthut. Hierher gehört auch noch das

Schwefelmesityl, welches Kane hervorgebracht zu haben glaubt, dessen wirkliche Existenz aber vielleicht weniger problematisch ist als seine Darstellung durch Kane.

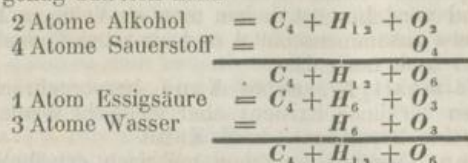
Mesitylen (Oenol), die schon mehrfach erwähnte Verbindung C^6H^8 . Es bildet sich bei der Destillation von 1 Volumen Schwefelsäure und 2 Volumen Essiggeist als ein gelbes Oel, das auf der Flüssigkeit in der Vorlage schwimmt und ungefähr $\frac{1}{4}$ vom Volumen des Essiggeistes ausmacht. Man trennt es von Wasser, dann von schwefeliger Säure durch kalihaltiges Wasser, dann von Essiggeist durch Abdunsten im Wasserbade, darnach destillirt man und fängt auf, was bei 136° übergeht. Die gewonnene Flüssigkeit ist farblos, riecht nach Knoblauch, brennt mit russender Flamme, wird von Alkalien nicht angegriffen, von Chlor aber in einen Körper $C^6H^6 + Cl^2$ verwandelt, dessen Radical Kane Pteleyl nennt. Mit Salpetersäure bildet es gleichfalls neue Körper, die aber noch nicht zur Genüge bekannt sind. (Pogg. Ann. XLIV, 437—494). M.

Essigmutter, eine schleimig, aufgequollene Masse, die sich durch eine Entmischung des gewöhnlichen Essigs bildet, besonders wenn derselbe wenig Säure enthält und der Luft ausgesetzt ist. Von Essig befreit, ist sie geschmacklos und dann auch nicht, wie man gewöhnlich glaubt, im Stande, die saure Gährung einzuleiten.

Essigsäure, *acidum aceticum*, Acetylsäure, eine der wichtigsten organischen Säuren und das höchste Öxyd des hypothetischen Radicals, das den Namen Acetyl erhalten hat. Ihren Namen hat sie von dem Essig, einem künstlich durch Gährung erzeugten flüssigen sauren Gewürz, dessen Hauptbestandtheil sie bildet; nichts desto weniger kommt sie aber auch in der Natur fertig gebildet vor, ist sogar sehr verbreitet im Pflanzenreich, da sie sich besonders im Frühling an Kalk oder Kali gebunden im Saft vieler Bäume zeigt. Wo man dieselbe in thierischen Flüssigkeiten hat entdecken wollen, da ist, wenn auch nicht immer, doch wohl sehr oft, die Milchsäure mit ihr verwechselt worden. Ausser diesem natürlichen Vorkommen giebt es aber eine Menge von Bedingungen, durch deren Hervorrufung wir eine Bildung von Essigsäure bewirken können; die wichtigste Darstellung ist jedoch jedenfalls die durch Essiggährung hervorgerufene.

Essiggährung tritt in alkoholischen Flüssigkeiten nach beendigter Weingährung auf; eine Wärme von $+18^\circ$ und Luftzutritt sind jedoch nothwendige Erfordernisse, die Flüssigkeit wird wärmer, unklar,

schleimig, nimmt Sauerstoff auf, entwickelt etwas Kohlensäure (was jedoch nicht immer geschieht) und hiernach ist der Process der Essiggährung vollendet, indem ein Doppelatom Alkohol und 4 Atome Sauerstoff 1 Atom Essigsäure und 3 Atome Wasser hervorbringen. Dieses geschieht sogleich, wenn hinreichender Sauerstoff da ist, macht jedoch erst eine Zwischenstufe, das Aldehyd, durch, wenn der Sauerstoff nicht schnell genug zutreten kann.



Was weiter die Essiggährung anbelangt, ihre technische Ausbildung und Anwendung siehe unter d. Art.

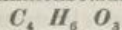
Auch bei abgehaltenem Luftzutritt verwandeln sich mehrere organische Stoffe, wenn sie in Wasser aufgelöset sind, in Essigsäure. Dahin gehören z. B. Citronen- und Weinsäure. Auch unter den mannigfaltigen Producten der trocknen Destillation vieler nicht flüchtiger organischer Verbindungen, besonders des Holzes, befindet sich Essigsäure und zwar so reichlich, dass der sogenannte Holzessig mit Vortheil zu technischen Zwecken verwendet wird. Ausserdem ist das Laboratorium im Stande, eine Reihe von Reactionen hervorzurufen, bei denen sich Essigsäure bildet, welche aber hier zu fern liegen und zu wenig Bedeutung haben.

Die reine Essigsäure pflegt man nun meistens aus dem durch die Gährung geistiger Flüssigkeiten entstandenen Essig darzustellen, welchen man vorgängig durch Destillation (da die Essigsäure flüchtig ist) von anderen mit in dem Essig enthaltenen Säuren und Salzen reinigt. Da der reine destillirte Essig durch abermalige Destillation nicht concentrirt werden kann, weil die beiden Siedepunkte des Wassers und der Essigsäure sehr nahe liegen, so sättigt man ihn mit einer Basis und dampft das gewonnene Salz zur Trockne ein, zerlegt es dann durch Schwefelsäurehydrat oder doppelschwefelsaures Kali und destillirt die Essigsäure davon ab, welche als Hydrat übergeht. Das Verfahren, um die Essigsäure aus Holzessig zu gewinnen, ist deshalb etwas weitläufiger, weil die im Holzessig aufgelöseten Brandöle schwieriger zu entfernen sind, doch sind sie schon meistens beseitigt, wenn man die Säure einmal an Kalk und dann an Natron gebunden hat. Das Hydrat der Essigsäure kann man noch concentriren, wenn man es über Kohlenpulver destillirt, welches fähig ist, die Essigsäure länger festzuhalten als das Wasser, das folglich zuerst übergeht, und vor dem Uebergehen der Säure entfernt werden kann.

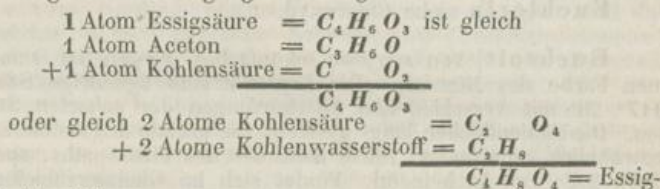
Das reine Hydrat schmeckt und riecht durchdringend aber angenehm sauer, zieht Wasser aus der Luft an, und verbindet sich mit Wasser in jedem Verhältniss. So lange kein überschüssiges Wasser da ist, krystallisirt sie bei $+13^\circ$. Sie siedet bei $+114^\circ$ und ihr Dampf brennt wie Alkoholdampf. Ein Atom Essigsäurehydrat mit 2 Atomen Wasser zusammengeschüttet geben Wärmeentwicklung und Verdichtung, der Siedepunkt dieser Verbindung liegt bei $+104^\circ$. (Diese Ver-

dichtung verhindert eine Bestimmung des Säuregehaltes im Essig durch Aräometer).

Die Essigsäure ist gegen Zersetzungen ziemlich beständig, und die Mittel, welche sie zerstören, sind alle sehr energisch, sie bildet neutrale und basische Salze, erstere mit allen Basen, ein saures Salz ist nur vom Ammoniak bekannt; mit dem Bleioxyd kennt man drei essigsäure Salze. Beim Erhitzen verlieren diese Salze, wenn die Basis schwach ist, die reine Essigsäure, ist hingegen die Basis stark, so entweicht das Wasser und die Säure wird theilweise oder ganz zersetzt. Unter den Zersetzungsproducten sind dann Aceton und Kohlensäure, welche letztere bei der Basis zurückbleibt. Dieselbe Zerlegung geht mit der Essigsäure vor, wenn ihr Dampf durch eine rothglühende Röhre geleitet wird. Ist die Röhre dagegen weissglühend, so entsteht blos Kohlensäure und Kohlenwasserstoff. Da die wasserfreie Säure, wie Berzelius aus der Analyse des trockenen Bleisalzes gefunden, folgende Zusammensetzung hat:



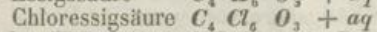
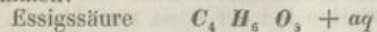
so geht die gedachte Zerlegung nach folgendem Schema vor sich:



Die Literatur der Essigsäure ist zu reichhaltig, als dass sie hier könnte angegeben werden. Die Hauptarbeiten über dieselbe finden sich in den Ann. de chimie, ausserdem in Gilbert's und Poggendorff's Annalen und in Schweigger's Journal für Chemie. M.

Essigsäure (gechlorte) gewann der Entdecker, Dumas, dadurch, dass er krystallisirbare Essigsäure in gläserne mit Chlor gefüllte und luftdicht verschliessbare Gefässe that, und so dem Sonnenlichte aussetzte. Die gebildete Chloressigsäure setzt sich in schönen, rhomboëdrischen Krystallen an das Glas und zerfliesst entweder durch den Luftzutritt, oder man spült sie mit Wasser heraus. Ausser der Chloressigsäure findet man dann in der Flasche noch übriggebliebene Essigsäure, Oxalsäure, Kohlensäure, Chlorwasserstoff und ein dem Chlorkohlenstoff sehr ähnliches Gas. — Die Chloressigsäure ist farblos, schmilzt bei 46°, siedet bei 200°, destillirt unzersetzt über. Ihr Dampf ist beissend und erstickend, ihre Auflösung sehr scharf und für die Haut zerstörend, röthet Lakmuspapier und ist überhaupt eine vollkommene, sehr starke Säure. Dieses letztere und die einfache Uebereinstimmung der Formeln spricht sehr zu Gunsten der Dumas'schen Ansicht, dass in der Chloressigsäure der Wasserstoff der Essigsäure blos durch eben so viele Aequivalente Chlor vertreten sei. Dessenungeachtet darf man die Acten über diesen Körper noch nicht als geschlossen ansehen; denn die Gegner der Substitutionstheorie sind durch Duma's Versicherung, das er ihre Ein-

würfe vorher erwogen habe, noch immer nicht abzuweisen, und räthselhaft bleibt es, dass sich Körper von so entgegengesetzter elektrochemischer Natur, wie Wasserstoff und Chlor sind, einander ersetzen sollen. Bis es der tieferen Forschung gelingt, das Wahre aufzudecken, darf man, um ihrer Einfachheit willen, die Erklärung der Substitutionstheorie gern entgegen nehmen, wenn man sich nur dabei bewusst ist, dass sie ein Hilfsmittel zur Uebersicht und kein integrierender Theil der Theorie sei. — Nach dieser Ansicht stellt sich also die Formel der Essigsäure mit der der Chloressigsäure folgendermaassen zusammen:



(cf. Comptes rendus VIII., 609 und Erdmann's Journ. XVII., 202.) M.

Euchlorglimmer. Mohs nennt den Kupferschaum prismatischen Euchlorglimmer, den Uranglimmer pyramidalen Euchlorg., den Kupferglimmer rhomboëdrischen Euchlorg. B.

Euchlorin siehe Chloroxyd.

Euchroit, von εὐχροός schönfarbig, wegen der smaragdgrünen Farbe des Minerals. Die Krystalle sind 2gliedrige Säulen von $117^{\circ} 20'$ mit verschiedenen Zuschärfungen der scharfen Seitenkanten. Die Säulenflächen längs gestreift, die gerade angesetzte Endfläche gewöhnlich zugerundet. Härte nahe der des Flussspaths, spec. Gew. 3,3—3,4. Durchscheinend. Findet sich im Glimmerschiefer zu Läbethen in Ungarn, und enthält nach Turner 47,85 Kupferoxyd; 33,02 Arseniksäure; 18,80 Wasser, was am besten der Formel $Cu_4 As + 7 H$ (von Kobell) entspricht. (Schwgg. J. XLV. 233.) B.

Eudialyt krystallisirt in spitzen Rhomboëdern mit dem Endkantenwinkel $73^{\circ} 24'$. An den Krystallen kommen die gerade Endfläche, sechsseitige Säule und Flächen eines stumpferen Rhomboeders vor Pogg. L. 522. Ausser krystallisirt auch derb. Undurchsichtig oder an den Kanten durchscheinend, von dunkel pfirsichblüth-rother Farbe bis ins Bräunlichrothe. Härte zwischen Apatit und Feldspath, spec. Gewicht 2,89. Schmilzt vor dem Löthrohr zu einem graugrünen Glase, und wird von Salzsäure leicht und vollständig mit Hinterlassung gallertartiger Kieselsäure aufgelöst, was durch den Namen, von εὐδάλυτος leicht lösbar, angedeutet werden soll. Nach Stromeyer's Analyse enthält es 52,48 Kieselsäure; 13,92 Natron; 10,90 Zirkonerde; 10,14 Kalkerde; 6,86 Eisenoxyd; 2,57 Manganoxyd; 1,03 Salzsäure; 1,80 Wasser, woraus Berzelius die Formel $Na Cl + [Ca^2 Si^2 + Na^2 Si + Zr Si + Fe Si]$ abgeleitet hat, das Manganoxyd zum Eisenoxd gezählt. Gilb. Ann. LXIII. 379. Findet sich im Gneiss zu Kangerdluarsuk in Grönland, wo es Gieseke entdeckte. B.

Eudiometrie lehrt die Sauerstoffmenge in der atmosphärischen Luft kennen, und die dazu führenden Methoden können auch

dienen, den Sauerstoffgehalt jedes anderen Gasgemenges zu bestimmen. In früheren Zeiten glaubte man, durch ungenaue Versuche getäuscht, annehmen zu müssen, das Sauerstoffquantum der Luft sei veränderlich mit der Witterung, und nannte daher die zur Ermittelung desselben angewandten Apparate Eudiometer, von *eubia* gute Witterung, Luft, und *μετρέω* messen. Alle beruhen darauf, dass man ein abgemessenes Volumen des Gasgemenges mit einem sehr leicht oxydirbaren Körper in Berührung bringt, der den Sauerstoff daraus aufnimmt, woraus die Verringerung des Volumens der Menge des absorbirten Sauerstoffs sich sogleich ergibt. Als solche leicht oxydirbare Stoffe sind verschiedene in Vorschlag gebracht worden.

Zu den ersten für eudiometrische Zwecke verwendeten Substanzen gehört das Stickoxydgas, das besonders von Priestley hierzu empfohlen wurde, und daher noch jetzt bisweilen die für dieses Gas eingerichteten Eudiometer priestleysche genannt werden. Das an sich farblose Stickoxyd wird bei Gegenwart der geringsten Menge Sauerstoff sogleich gelb oder geröthet, und zeigt daher die Gegenwart desselben auf sehr deutliche Weise an. Da aber beide Gase sich nicht in einem, sondern in mehren Verhältnissen vereinigen, und dabei salpetrige Säure, salpetrige Salpetersäure (Untersalpetersäure) oder auch Salpetersäure bilden, so kann man nicht mit Sicherheit auf die Menge des verschwundenen Sauerstoffs schliessen. Die daraus hervorgehenden Irrungen veranlassten die älteren Chemiker zu der oben erwähnten Annahme, bis de Marti 1801 den Mangel an Uebereinstimmung mit anderen Verfahrensweisen, die stets dieselbe Quantität Sauerstoff nachweisen, zeigte, worauf man das Stickoxydgas seiner anerkannten Unzuverlässigkeit wegen in der Eudiometrie aufgab.

Scheele wandte zuerst eine Auflösung von Schwefelkalium an, das den Sauerstoff allerdings gut absorbirt, aber auch mehr oder weniger von den anderen Gasen, ins Besondere auch Stickgas, verschluckt, wie Sommer gefunden, daher auch dies eudiometrische Mittel jetzt verlassen ist.

Durch Scheele's Versuche veranlasst, empfahl Achard den Phosphor als eudiometrische Substanz. Man bringt in den oberen Theil einer mit Quecksilber gefüllten Glasröhre Phosphor, lässt dann ein gewisses Maass der zu untersuchenden Luft hinein, aus welcher der Phosphor den Sauerstoff aufnimmt. Wenn sich keine weissen Nebel von phosphoriger Säure mehr zeigen, so enthält der Rückstand nur noch Stickgas. In neuerer Zeit hat Brunner sich des erhitzten Phosphors bedient, über welchen er die Luft hinströmen lässt, und nennt diese Methode sehr genau. Sein Apparat gestattete, dass er die Röhre vor- und nachher mit dem verbrannten Phosphor wiegen und die Sauerstoffmenge aus der Gewichtszunahme bestimmen konnte, während das Volumen des gleichzeitig durchgeströmten Stickstoffs sich ebenfalls messen liess. Er fand bei seinen Versuchen, dass das Volumen des rückständigen Stickgases nicht durch Phosphordampf vermehrt wird, wie Berthollet angiebt, welcher sagt, dass durch Verdunstung des Phosphors das Stickgas um $\frac{1}{4}$ seines Volumens ausgedehnt wird. Brunner Pogg. XXXI. 1.

Die allgemeinste Anwendung, hat das Volta'sche Eudiometer gefunden. Es besteht aus einer starken, etwa 1 Fuss hohen und 2—6

Linien weiten, genau graduirten Glasröhre, die an dem einen Ende verschlossen, und mit dem andern offenen in Quecksilber taucht, nachdem sie zuvor damit gefüllt ist. Man bringt nun ein bestimmtes Volumen Luft in diese Röhre, hierauf etwa halb so viel reines Wasserstoffgas und bewirkt die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem in Ueberschuss zugesetzten Wasserstoff, damit von ersterem nichts übrig bleibe, entweder durch einen elektrischen Funken oder durch Platinschwamm. Wendet man den Funken an, so müssen in dem oberen Theile der Eudiometerröhre zwei kurze Drähte so eingeschmolzen sein, dass sie innerhalb 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien weit auseinander stehen, und den entzündenden Funken überspringen lassen, wenn man sie von aussen mit der Elektrisirmaschine in Verbindung setzt. Da genau 1 Maass Sauerstoff sich mit 2 M. Wasserstoff zu Wasser verbindet, so ist stets $\frac{1}{3}$ des verschwundenen Gasgemenges Sauerstoff. Während der Verpuffung muss man das untere offene Ende mit einem Stöpsel dicht verschliessen, oder durch tiefes Eintauchen der Eudiometerröhre einen Verlust an Gas bei der plötzlichen Ausdehnung desselben zu verhüten suchen. Bei der Messung des Gasrückstandes ist es nöthig, das Niveau des Quecksilbers inner- und ausserhalb der Röhre gleich hoch zu bringen und das entstandene Wasser in Rechnung zu ziehen oder durch ein Stückchen Chlorkalium, das man durch einen Draht in das Gas führen und wieder daraus entfernen kann, ganz zu beseitigen. Um die Explosion zu vermeiden, die bei der Entzündung eines Gemisches von Wasserstoff und Sauerstoff jedesmal geschieht, wendet man lieber Platinschwamm an, den man mit Thon zu Kugeln zusammenknetet, und nach dem Trocknen und Glühen mittelst eines Drahtes in das Gasgemenge bringt. Hierbei geht die Verbindung beider Gase langsam, aber ruhig und doch vollständig vor sich. Diese nützliche Verbesserung des Wasserstoff-Eudiometers verdankt man Döbereiner. Später hat Turner die Verhältnisse untersucht, in welchen man Thon und Platin mischen müsse, und wie weit die Wirkung der Platinkugeln geht (Pogg. Ann. II. 240). Er fand, dass wenn eins der Gase so in Ueberschuss vorhanden ist, dass der elektrische Funke das Gasgemenge nicht mehr entzündet, von diesen Kugeln der letzte Antheil Knallluft noch condensirt, und noch $\frac{1}{10}$ Sauerstoff oder Wasserstoff dadurch angezeigt wird. Ein Gemenge von 15 Theile Sauerstoff und 1 Theil Wasserstoff wird vom Funken schon nicht mehr entzündet. Je weniger übrigens Sauerstoff und Wasserstoff in einem Gemenge enthalten ist, desto mehr Platin müssen die Kugeln enthalten. 1 Theil Platin mit 3—4 Theilen Thon ist für die meisten Fälle am geeignetsten. Vermindert sich ihre Wirksamkeit mit der Zeit, so dürfen sie nur ein wenig geglüht werden, um dieselbe wieder zu erlangen. In weiten Röhren geht der Versuch schneller vor sich, als in engen. — Diese Methode hat den Uebelstand, dass sich das Stickgas nicht besonders bestimmen lässt, und dass sie von der Reinheit und der angewandten Menge des Wasserstoffgases abhängt. Th. Saussure erhielt nämlich aus der atmosphärischen Luft 20,6 Proc. Sauerstoff, wenn er zur Luft $\frac{1}{3}$ Volumen Wasserstoff brachte, und unter denselben Umständen 21 Proc., wenn er ein der Luft gleiches Volumen Wasserstoff zuführte, und auch Brunner ist der Meinung, dass man das Maximum der Zuverlässigkeit

dieser Methode nicht füglich unter 0,5 Procent des Luftvolumens sezzen dürfe.

Daher sind denn die Bemühungen, noch schärfere eudiometrische Verfahren ausfindig zu machen, nicht eingestellt worden. So hat Brunner ausser den oben bereits angeführten Verbesserungen des Phosphor-Eudiometers statt des Phosphors fein vertheiltes, glühendes Eisen, wie es aus dem Oxyd durch Reduction mit Wasserstoff erhalten wird, angewandt. Pogg. Ann. XXVII. 1. Kürzlich haben Dumas und Boussingault in einem ähnlichen Apparat glühendes, durch Reduction mit Wasserstoff erhaltenes Kupferpulver zur Absorption des Sauerstoffgases benutzt, und den Stickstoff in einem luftleeren Ballen aufgefangen, dessen Gewichtszunahme den Stickstoff ergab, wie die des Kupfers den Sauerstoff. Aus den Gewichten berechneten sie dann die Volumina (Pogg. Ann. LIII. 391). Endlich hat Th. Saussure nasses feines Bleischrot etwa drei Stunden mit der Luft eines dicht verschlossenen Kolbens zu schütteln vorgeschlagen, wobei aller Sauerstoff absorbiert wird, und das Volumen desselben aus der Gewichtsmenge desjenigen Wassers bestimmt wird, das in den Kolben oder die Retorte hineinsteigt, wenn man ihre Mündung nach dem Versuche unter Wasser öffnet. Der Gewichtsunterschied der Retorte, wenn sie nur mit dem eingedrungenen Wasser und wenn sie ganz damit erfüllt ist, giebt das Volumen des nicht absorbirten Gases. Saussure fand diese Methode sehr genau (Pogg. Ann. XXXVIII. 171).

Die bisherigen Versuche haben das Resultat ergeben, dass die Zusammensetzung der Luft überall in den Höhen wie in den Niederungen und zu allen Jahreszeiten so nahe dieselbe ist, dass die vorhandenen Differenzen nur als unvermeidliche Beobachtungsfehler zu betrachten sind, wie sich aus folgender Zusammenstellung ergibt:

Gay-Lussac	Luft *) v. Paris	aus 21800' Höhe	21,49	Prct.	Sauerst.	Volt. E.
Boussingault	Santa Fé de B.	8400'	20,65	-	-	-
Brunner	Faulhorn	8000'	20,91	-	-	Phosp. E.
Configliachi	Simplon	6174'	20,9	-	-	Volt. E.
Saussure	Genf in den Ebenen		21,01	-	-	Blei E.
Dumas und Boussingault	Paris		20,81	Prct.	Sauerst.	Kupf. E.
Gay-Lussac u. v. Humb.	Paris, Théat. franç. †)		20,4	-	-	Volt. E.

Alle diese und noch andere hier übergangene und in sehr verschiedenen Localitäten erhaltenen Resultate kommen also dem Verhältniss von 21 Sauerstoff und 79 Stickgas äusserst nahe. Obgleich man hieraus nun auf eine Unveränderlichkeit in der Zusammensetzung der Luft zu schliessen sehr geneigt wird, so wäre es dennoch etwas Gewagtes, eine solche zu behaupten. Die bisherigen eudiometrischen Analysen, sagt Poggendorff, (Ann. LIII. 405) sind trotz der Geschicklichkeit der Experimentatoren offenbar nicht so genau,

*) heruntergebracht von seiner aërostatischen Reise den 16. Septbr. 1804. S. Gilb. Ann. XX. 19.

†) Die Luft wurde aus der grössten Höhe des Saales gleich nach Beendigung des Schauspiels genommen. Gilb. Ann. XX. 88.

dass sie $\frac{1}{10}$ Volum Procent des Sauerstoffgehalts verbürgen können, und $\frac{1}{10}$, ja schon $\frac{1}{100}$ ist eine wirklich riesenhafte Grösse. Lebten immer 1000 Millionen Menschen auf der Erde, und könnten sie den jetzt vorhandenen Sauerstoff bis auf das letzte Atom verzehren, so würde dieser für 2451000 Jahre ausreichen. Wäre seit Adams Zeiten immerfort diese Anzahl Menschen da gewesen, so würde sie doch nur $\frac{1}{30}$ des jetzigen Sauerstoffgehalts verbraucht haben, d. h. eine Grösse, die sich allen unsern bisherigen Analysen entzieht. Ein einziges Zehntelprocent der Atmosphäre reicht hin, das gesammte Menschengeschlecht auf 10000 Jahre mit Sauerstoff zu versorgen. Aus dieser Rechnung erhellt, dass in der That sehr grosse Mengen Sauerstoff verschwinden oder hinzutreten können, ohne dass wir es durch unsere Analyse nachzuweisen im Stande sind. — Ob die Pflanzen durch ihre Zersetzung der Kohlensäure den von der Thierwelt verzehrten und als Kohlensäure ausgehauchten Sauerstoff immer wieder ersetzen, und auf diese Weise beide Klassen organischer Wesen sich gegenseitig bedingen und jenen gleichmässigen Zustand der Atmosphäre bewirken, wie man wohl gemeint hat, lässt manche kaum zu beseitigende Einwürfe zu. S. Atmosphäre. B.

Eugenin. Nelkenkampher. Destillirt man Wasser über Nelken, so setzen sich nach Abscheidung des Oeles krystallinisch glänzende, dünne und durchscheinende Blättchen ab, die geruch- und geschmacklos sind, an der Luft gelb werden, sich in Alkohol und Aether leicht auflösen, und von Salpetersäure blutroth gefärbt werden. Dumas, der diesen Körper Eugenin nannte und es analysirte, fand, dass es aus $C_{20} H_{24} O_4 = C 73.55 H 7.21 O 19.24$ bestehe. Es unterscheidet sich von der Nelkensäure dadurch, dass es 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff weniger enthält. (Pogg. Ann. XXIX. 89.) M.

Eukairit wurde in krystallinisch-körnigen, metallglänzenden Parthieen von bleigrauer Farbe in einer verlassenen Kupfergrube im Kirchspiel Tryserum in Schweden gefunden. Lässt sich mit dem Nagel eindrücken, schmilzt leicht vor dem Löthrohr und verbreitet dabei einen Geruch nach Selen. Spec. Gewicht unbekannt. Berzelius fand es der Formel $Cu_2 Se + Ag Se$ gemäss zusammengesetzt, also Selenkupfer + Selensilber. Er gab ihm den Namen Eukairit, von $\epsilon\upsilon\kappa\alpha\iota\rho\varsigma$ zu gelegener Zeit, weil die Auffindung dieser selenhaltigen Substanz recht gelegen kam der kurz zuvor gemachten Entdeckung des Selens. Schweigg. J. XXIII. 477. B.

Euklas, prismatischer Smaragd nach Mohs, ein sehr seltener, licht berggrüner, bläulich oder grünlich weisser und wasserheller Edelstein, von starkem Glasglanz. Die kleinen, meist undeutlichen und ziemlich verwickelten Krystalle gehören dem $(2+1)$ gliedrigen Systeme an, und haben eine Säule von $114^\circ 15'$ (Levy) zur Grundform. Durchsichtig bis durchscheinend, härter als Quarz, aber weicher als Topas, sehr spröde und daher leicht zersprengbar, worauf sich der Name von $\epsilon\upsilon\kappa\lambda\alpha\sigma\tau\omicron\varsigma$, leicht zu zerbrechen, bezieht. Vollkommen spaltbar parallel der Abstumpfung der scharfen Seitenkante, weniger parallel der Abstumpfung der stumpfen Seitenkante. Vor

dem Löthrohr schwillt er an und schmilzt in dünnen Splittern zu einem weissen Email, Säuren verändern ihn nicht. Er ist nach Berzelius $\frac{1}{3}$ kiesel-saure Beryllerde + $\frac{1}{3}$ kiesel-saure Thonerde $\frac{1}{3}$ Be Si + Al Si, und enthält geringe Mengen Zinn- und Eisenoxyd. Schweigg. J. XXVII. 73. Pogg. Ann. IX. 283. B.

Eupatorin, in Eupatorium cannabinum enthalten, wird durch Behandlung der Blüthen und Blätter mit saurem Wasser und Fällen der Flüssigkeit mit Kalkhydrat gewonnen, man lässt den Niederschlag mehrere Tage stehen, damit der Kalk Kohlensäure aus der Luft anziehe und dann mit Alkohol digerirt werden kann, welcher das Eupatorin auflöst. Beim Abdestilliren desselben bleibt dieses dann als ein weisses, bitter schmeckendes Pulver zurück, das in Wasser unlöslich ist, sich in absolutem Alkohol und Aether leicht auflöst und mit Schwefelsäure ein in seidenglänzenden Nadeln krystallisirtes Salz bildet. (Righn. Magaz. f. Pharmaz. XXV. 98.) M.

Euphon, ein von Chladni erfundenes und 1790 ausgeführtes Instrument, bestehend in einer Anzahl eiserner Klangstäbe, deren transversale Schwingungen dadurch hervorgerufen werden, dass man die daran angebrachten gläsernen Streichstäbe mit nassen Fingern longitudinal reibt. Bei der älteren Einrichtung sind die an beiden Enden freien Klangstäbe in senkrechter Stellung an den Knoten auf einem Resonanzboden befestigt, und auf ihrer Mitte Streichstäbe in wagerechter Lage befestigt. (Chladni, Beiträge zur praktischen Akustik. Leipzig 1821.). Später (1822) hat Chladni diese Einrichtung dahin verbessert, dass die beiden Enden der nunmehr wagrecht liegenden Klangstäbe umgebogen werden und der Streichstab dazwischen eingeklemmt wird, wo dann jene immer eine ungerade Anzahl von Schwingungsknoten haben müssen. (Gilb. Ann. LXXV. 69.) S.

Euphorbiin, ein in dem Harze von Euphorbia officinarum enthaltener Stoff, der eine glasartige, spröde, farb- und geruchlose Masse bildet, die in Wasser und Aether unlöslich ist, sich aber leicht in Alkohol auflöst; von concentrirten Säuren wird es zerstört, mit verdünnten bildet es aber nicht krystallisirbare Salze. Es besteht aus C 81,7 H 11,4 O 6,9. (Buchner's Rep. XXXVII.) M.

Euphorbiumharz ist in dem eingetrockneten Saft mehrerer Euphorbienarten, besonders in Euphorbium officinarum enthalten, und wird durch kalten Alkohol daraus ausgezogen und dann in heissem aufgelöst; beim Abdampfen der Lösung krystallisirt das Harz. Es bildet gelblich gefärbte Krystalle, die sich leicht in heissem Alkohol auflösen, die Auflösung zeigt keine saure Reaction, wird aber durch Ammoniak getrübt. Nach Rose besteht es aus C 87,47 H 11,33 O 7,20. M.

Eupion, von Reichenbach dargestellt, findet sich in verschiedenen Thierarten, besonders aber unter den Produkten der trocknen Destillation fetter Oele und Fettarten; in den meisten Fällen ist

es von Paraffin begleitet. Am reinsten erhält man das Eupion aus den Destillationsprodukten des Rüböls. Um es von den begleitenden Stoffen zu trennen, werden die Brandöle mit ihrem gleichen Gewichte concentrirter Schwefelsäure vermischt und einer Temperatur von ungefähr 100° ausgesetzt, wobei sich Eupion und Paraffin auf der Oberfläche der Flüssigkeit abscheiden. Sie werden von dem durch die Schwefelsäure schwarz gefärbten Oele abgenommen, aufs Neue mit dem gleichen Gewichte concentrirter Schwefelsäure vermischt, in welcher ungefähr $\frac{1}{3}$ Salpeter aufgelöst ist, und dann destillirt, wobei in den meisten Fällen das Paraffin in der Retorte zurückbleibt. Der Zusatz von Salpeter hat zum Zwecke, dass die Salpetersäure das noch beigemengte Oel zerstört. Das Eupion wird hierauf abwechselnd so lange mit concentrirter Schwefelsäure und Kalilauge behandelt, bis letztere nicht mehr braun gefärbt wird, zuletzt destillirt man es noch mit Wasser und stellt es dann unter die Glocke der Luftpumpe über ein Gefäß mit Schwefelsäure, um ihm die letzten Antheile von Wasser noch zu entziehen. Es kann als vollständig rein betrachtet werden, wenn es mit Kalium gekocht, dasselbe nicht verändert. In diesem Zustande hat es dann ein specif. Gewicht von 0,70 bildet eine farblose, wasserklare Flüssigkeit und kocht bei einer Temperatur von + 47° und 0^m, 716 Barometerhöhe, es kann jedoch dieser Kochpunkt keineswegs als constant betrachtet werden, da er sich nach der Reinheit des Eupions richtet. Wird es mehrmals über Chlorkalium rectificirt, so erhält es ein spec. Gew. von 0,655. Es wird weder von Chlor, Brom, Jod, noch von concentrirten Säuren und Alkalien verändert, löst in der Wärme Schwefel und Phosphor auf und brennt mit einer hellen, leuchtenden Flamme; in Wasser ist es ganz unlöslich, mit Alkohol, Aether, Terpenhinöl, fetten Oelen und Schwefelkohlenstoff vermischt es sich in allen Verhältnissen. Es kann lange Zeit aufbewahrt werden, ohne eine Zersetzung zu erleiden; zeigt weder saure, noch basische Reaction und ist überhaupt einer der indifferentesten Körper. Nach der Analyse von Hess besteht es aus $C, H_{1,2} = C 83,57 H 16,41$. (Journ. für pract. Chemie I. 377. Erdm. Journ. III. 377.) M.

Euxenit, ein unkrystallinisches, bräunlich schwarzes, metallisch fettglänzendes Mineral von Jölster in Norwegen, dem Thorit ähnlich, aber härter. Es wird von Säuren nicht angegriffen, ist vor dem Löthrohr unschmelzbar. Spec. Gew. 4,60. Es enthält Tantal säure, Titansäure, Yttererde, Uranoxydul, Ceroxydul, Lanthanoxyd, Kalk-Talkerde und Wasser in noch nicht genau bekanntem Verhältniss. Wegen der vielen seltenen Bestandtheile hat Scheerer, der das Mineral untersuchte, dasselbe Euxenit, von εὐξενίτης gastreich, genannt. Pogg. L. 149. B.

Evaporiren s. Abdampfen.

Evonymin kommt in dem fetten Oele der Beeren von *Evonymus europäus* (Spindelbaum) vor. Man presst die Saamen derselben aus, löst das sich dabei ausgeschiedene Oel in Alkohol oder Aether auf, fällt die Lösung mit Magnesia, filtrirt den Niederschlag

ab und trocknet ihn, er wird hierauf wiederum in Aether aufgelöst, und dieser der freiwilligen Verdampfung überlassen, wobei sich das Evonymin in kleinen, gelben, warzenförmigen Krystallen ausscheidet, die einen stark bitteren Geschmack besitzen. (Buchner's Repert. XLIV. 1.)

M.

Expansibilität. Da die Theile eines Körpers sich nur dann in gegenseitiger Ruhe befinden, wenn die repulsiven und attractiven inneren Molecularkräfte mit denjenigen äusseren Kräften, welche auf eine Annäherung oder Entfernung der Moleculen hinwirken, im Gleichgewicht sind, so muss jede Aenderung in der Intensität dieser äusseren Kräfte nothwendig eine entsprechende Aenderung des Volumens, welches der Körper einnimmt, zur Folge haben. Diese allen Körpern (wenn man nicht auch ein einzelnes Atom als einen Körper betrachten will) zukommende Fähigkeit, bei entsprechender Veränderung der äusseren Kräfte ein kleineres oder grösseres Volumen einzunehmen, wird Compressibilität und Expansibilität genannt. Diese Verminderung oder Vergrösserung des Volumens ist indess für feste und tropfbar flüssige Körper so gering, dass sie, wie in dem Artikel Compressibilität erwähnt wurde, für die ersteren durch die Beobachtungsfehler fast verdeckt wird, und selbst für die letzteren früher bezweifelt wurde, bis es zuerst Canton gelang, dieselbe mittelst künstlicher Vorrichtungen nachzuweisen. Dagegen muss das Volumen der Gase, wenn das mariottesche Gesetz für alle Grade der Verdünnung als absolut richtig angenommen werden darf, bei gänzlicher Aufhebung des Druckes unendlich werden, und hierdurch ist es wohl hinreichend gerechtfertigt, dass die Gasarten vorzugsweise expansible Körper genannt werden.

Dass die Fähigkeit der Gasarten, sich bis ins Unendliche auszu dehnen, mit der von Wollaston nachgewiesenen Begrenzung unserer Atmosphäre wohl vereinbar sei, ist in dem Artikel „Atmosphäre“ erwähnt worden, indem nach Schmidt die Atmosphäre jedenfalls nicht höher gehen kann, als bis dahin, wo wegen der grossen Verdünnung und der niedrigen Temperatur die Kraft, mit welcher eine horizontale Gasschicht von den unter derselben befindlichen Gastheilen abgestossen wird, der Schwere dieser Schicht gleich kommt. Das Gewicht dieser obersten Schicht ist der Druck, welcher die Ausdehnung der Atmosphäre ins Unendliche verhindert. Seitdem durch die elektrischen Versuche Davy's wahrscheinlich gemacht und später durch Faraday (s. Verdunstung, Grenze derselben) bestimmter nachgewiesen wurde, dass das Quecksilber einige Grade unter Null nicht mehr als Gas bestehen kann, hat man den scheinbar in der begrenzten Ausdehnung der Atmosphäre liegenden Widerspruch mit dem mariotteschen Gesetz auch dadurch zu heben gesucht, dass man annahm, die Tension der atmosphärischen Gase werde schon oberhalb der Temperatur des Weltraumes gleich Null, so dass unsere Atmosphäre mit einer Nebel- oder Schneehülle von Sauerstoff, Stickstoff etc. umgeben sei. Setzt man aber, um eine wenigstens approximative Bestimmung des Grenzpunktes der Verdunstung für dasjenige Gas zu erhalten, dessen Spannungen am besten bekannt sind, für die Spannung S des Wasserdampfes bei der Temperatur t die Formel

$$S = \left(\frac{a+t}{b} \right)^n,$$

und nimmt zur Bestimmung der drei Constanten a , b und n für 0° die von Dalton, Ure, Gay-Lussac und August übereinstimmend erhaltene Spannung $\frac{762}{150.760}$ Atmosphären, für 100° C die Spannung 1 Atmosphäre und für $224,2^\circ$ C die von den Pariser Akademikern angegebene Spannung 24 Atmosphären, so erhält man in Atmosphären die Formel

$$S = \left(\frac{75,56 + t}{175,56} \right)^{5,9103},$$

welche für so wenige zur Bestimmung benutzte Beobachtungswerthe sich genau genug an die übrigen vorhandenen Beobachtungen anschliesst. Da nach dieser Formel der Nullpunkt der Tension für Wassergas gleich $-75,56^\circ$ C sein würde, so möchte der Nullpunkt der Tension für Sauerstoff und Stickstoff wohl noch weit unter der Temperatur des Weltraumes liegen, wenn dieselbe mit Pouillet wirklich gleich -150° C anzunehmen ist. Rr.

Expansivkraft, Dehnkraft, Spannung, Tension ist das Bestreben der Gase, sich auszudehnen. Wir müssen im Uebrigen auf die einschlagenden Artikel verweisen.

Experiment, Beobachtung. Beobachtungen nennen wir die Wahrnehmungen der ohne unser Zuthun vor sich gehenden Naturerscheinungen. Ihr Zweck ist, die Erscheinungen der Natur ihrer Eigenthümlichkeit, ihrem Verlaufe und ihren wesentlichen Bedingungen nach kennen zu lernen. Da aber die wesentlichen Bedingungen häufig durch einen Zusammenfluss mannigfacher Umstände verhüllt werden, so ist es nöthig, dieselbe Erscheinung unter verschiedenen von der Natur dargebotenen Umständen zu beobachten, oder, wo es angeht, einen Wechsel der Umstände selbst herbeizuführen. Diese letztere Art der Beobachtung wird Versuch oder Experiment genannt.

Beobachtungen und Versuche sind das Fundament und der Schlussstein aller wahren Naturforschung. Die durch sie gewonnenen Erfahrungen unter allgemeine Gesichtspunkte, Regeln gebracht, bilden unsere empirische Naturkenntniss. Von ihr steigt der Naturforscher zu den Ursachen der Erscheinungen auf, leitet dann aus diesen die Erscheinungen wieder ab, und legt an die so construirten Gesetze der Natur den Prüfstein der Beobachtungen und Versuche für seine Theorien. Die schwierigste Aufgabe des zu den Beobachtungen gehörigen Theils der Naturforschung ist nicht selten die Absonderung der unwesentlichen und die Heraushebung der wesentlichen Bedingungen der Erscheinungen. Bestimmte Vorschriften lassen sich hierfür natürlich nicht geben. Aber eine nie genug zu beherzigende Regel ist, sich die möglichste Unabhängigkeit des Urtheils von Vorurtheilen, vorgefassten Meinungen und Lieblingsideen zu bewahren.

Da sich die Naturerscheinungen im Raum und in der Zeit darstellen, so ist zur vollständigen Kenntniss derselben die genaue Auffassung nach Maass und Zahl unumgänglich.

Eine Theorie, aus welcher sich die Erscheinungen nicht nach Maass und Zahl ableiten lassen, wird keine vollständige genannt werden können. Selbst diejenigen Eigenthümlichkeiten der Erscheinungen, welche wir, wie z. B. die Farbe des Lichts, qualitative zu nennen gewohnt sind, scheinen zuletzt nur auf quantitativen Unterschieden zu beruhen. Daher kömmt es, dass die gesammte Naturwissenschaft immer mehr das Ansehen der Mechanik gewinnt und ihre einzelnen Zweige um so vollkommener sind, je mehr sie sich diesem Ziele genähert haben. Die Vernachlässigung des genauen Messens und Zählens war der Hauptfehler der früheren Physik. Hätte Aristoteles z. B. die Sonnenbilder bei verschiedenen Formen und Grössen der Oeffnungen gemessen, so würde er wahrscheinlich die wahre Ursache ihrer Form gefunden und letztere nicht durch eine eigenthümliche Kreisnatur des Sonnenlichtes erklärt haben. Und hätte man früher als zu Galliläi's Zeit die Höhe, bis zu welcher der Abscheu des Wassers vor dem leeren Raume reicht, gemessen, so wäre unsere gesammte Kenntniss der Natur wahrscheinlich jetzt viel weiter fortgeschritten.

Die quantitative Auffassung der Erscheinungen ist aber durch die Unvollkommenheit unserer Sinne beschränkt. Zwar suchen wir die Beobachtungen immer mehr auf Beobachtungen des Gesichtssinnes zurückzuführen, welcher, an und für sich am genauesten, noch einer fast unbegrenzten Schärfung durch Instrumente fähig ist. Und die Geschichte der Naturwissenschaften zeigt deutlich, wie der Fortschritt derselben von der Vervollkommnung der optischen Instrumente und überhaupt derjenigen Vorrichtungen abhängig ist, durch welche die Wahrnehmungen des Auges eine grössere Schärfe erlangen. Aber theils lassen sich nicht alle Beobachtungen auf den Gesichtssinn zurückführen, theils sind auch die Beobachtungen dieses Sinnes, selbst bei den besten Instrumenten, stets mit einem Fehler behaftet, welcher durch die Individualität des Beobachters, durch die unvermeidliche Unvollkommenheit der Instrumente und überhaupt durch eine Menge auf die Beobachtungen influirender Umstände bedingt ist.

Ist der Einfluss einer Fehlerquelle bei allen Beobachtungen derselben Art immer derselbe, wie z. B. bei einer fehlerhaften Skale des Instruments; so lässt sich die Grösse desselben, wenn die Fehlerquelle bekannt ist, oft direkt, ist sie nicht bekannt, gemeiniglich durch Versuche bestimmen, so dass die Resultate der Beobachtungen von demselben befreit werden können. Fehler dieser Art nennt man constante Fehler.

Schwieriger ist die Befreiung der Beobachtungen von den nicht constanten Fehlern, welche auf verschiedene Beobachtungen derselben Art in verschiedenem Grade und in verschiedenem Sinne influiren. Das einzige Mittel dazu wäre, die Beobachtungen so zu vervielfältigen, dass die Zufälligkeit des Vorkommens eines gewissen Fehlers aufhörte und die Fehler einer jeden Quelle in allen möglichen Abstufungen und in jedem Sinne nach dem Grade ihrer Wahrscheinlichkeit vorkommen müssten. Dann würden, da das Wesen der inconstanten Fehler gerade darin besteht, dass sie die zu beobachtende Grösse eben so oft und um eben so viel zu gross als zu klein

darstellen, in einer nach richtigen Regeln angelegten Rechnung die Fehler der einen Seite die der andern sämmtlich aufheben, und das Resultat würde die zu suchende Grösse in aller Schärfe darstellen. Da aber zu diesem Zweck die Zahl der Beobachtungen unendlich sein müsste, so wird jede endliche Zahl von Beobachtungen, richtig behandelt, doch nur einen wahrscheinlichen Werth der gesuchten Grösse geben können, welcher im Allgemeinen mit einem Fehler behaftet sein wird, dessen wahrscheinliche Grösse zu kennen in vielen Fällen eben so wichtig ist, als die Kenntniss des wahrscheinlichen Werthes der gesuchten Grösse.

Wir wollen im Folgenden versuchen, in derjenigen Kürze, welche die Grenzen dieses Werkes gebieten, die Hauptmomente dieses für physikalische Beobachtungen so wichtigen Theiles der Wahrscheinlichkeitsrechnung darzustellen, indem wir der eben so lichtvollen als consequenten Behandlung dieses Gegenstandes von Encke in dessen astronomischen Jahrbüchern für 1834, 1835, 1836 im Ganzen folgen werden.

Sind durch zwei direkte Beobachtungen, Messungen, für eine zu suchende Grösse (x) die beiden Werthe a und b gefunden, und sind beide Beobachtungen mit gleicher Sorgfalt und Genauigkeit angestellt, so ist, wenn ein positiver Fehler eben so wahrscheinlich ist, als ein gleich grosser negativer, der wahrscheinlichste Werth von x offenbar gleich $\frac{a+b}{2}$.

Sind drei Beobachtungswerthe a, b, c gegeben, so ist, unter denselben Voraussetzungen wie vorhin, x nothwendig eine symmetrische Funktion von a, b und c . Verbindet man aber den aus den beiden ersten Beobachtungswerthen hervorgehenden Werth von x , nämlich $\frac{a+b}{2}$ mit dem dritten, so hat man $x = \psi [\frac{1}{2}(a+b), c] = \psi [\frac{1}{2}(s-c), c] = \psi(s, c)$, wo $s = a + b + c$. Da diese Funktion für a, b und c symmetrisch sein soll, so muss die einzeln stehende Grösse c heraus fallen, und man hat $x = \psi(s)$. In dem besonderen Falle, wo a, b und c einander gleich sind, ist der einzige Werth, welcher für x angenommen werden kann $x = \frac{s}{3}$. Mithin bezeichnet das Funktionszeichen ψ die Division durch 3, und man hat also allgemein für den wahrscheinlichsten Werth von x bei 3 Beobachtungen

$$x = \frac{a + b + c}{3}$$

Eben so ist für n Beobachtungen der wahrscheinlichste Werth von x

$$x = \frac{a + b + c + \dots}{n}$$

also gleich dem allgemein dafür angenommenen arithmetischen Mittel, wofür sich der allgemeine Beweis nach dem Vorigen leicht finden lässt.

Um aber die Grenzen zu finden, innerhalb welcher die gesuchte Grösse mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit von dem arithmetischen Mittel abweichen wird, bedarf es umständlicherer Entwicklungen, in welchen wir die beiden folgenden Hülfsätze öfter anwenden werden.

I. Die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens mehrerer Ereignisse ist gleich dem Produkt der Wahrscheinlichkeit der einzelnen Ereignisse.

Man habe z. B. zwei würfelartige Körper, von welchen der eine durch m Flächen, unter welchen n schwarze, der andere durch q Flächen, unter welchen p rothe sind, begrenzt wird. Ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Wurf eine bestimmte Fläche unten zu liegen kommt, für jede Fläche eines jeden Würfels dieselbe, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Wurf mit dem ersten Würfel eine schwarze Fläche unten zu liegen kommt $\frac{n}{m}$, und die Wahrscheinlichkeit des gleichen Falls für eine rothe Fläche des zweiten Würfels $\frac{p}{q}$. Es soll nun die Wahrscheinlichkeit gesucht werden, dass bei einem Wurf mit beiden Würfeln eine schwarze Fläche des ersten mit einer rothen Fläche des zweiten Würfels unten zu liegen kommt. Da jede Fläche des einen Würfels mit jeder Fläche des andern Würfels zugleich unten liegen kann, so ist die Zahl aller möglichen Fälle mq . Die Zahl der Fälle aber, in welchen eine schwarze Fläche des einen Würfels, und eine rothe Fläche des zweiten Würfels unten liegen kann, ist np . Also ist die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens einer schwarzen Fläche des ersten mit einer rothen Fläche des zweiten Würfels $\frac{np}{mq} = \frac{n}{m} \cdot \frac{p}{q}$ mithin gleich dem Produkt der Wahrscheinlichkeit, dass von dem ersten Würfel eine schwarze Fläche unten liegt in die Wahrscheinlichkeit, dass von dem zweiten Würfel eine rothe Fläche unten liegt.

II. Wenn ein Ereigniss von mehreren einander ausschließenden, an und für sich gleich wahrscheinlichen Ursachen abhängen kann, so verhält sich, wenn das Ereigniss wirklich statt gefunden hat, die Wahrscheinlichkeit, dass dasselbe durch eine bestimmte Ursache bewirkt worden ist, wie die Wahrscheinlichkeit, mit welcher diese Ursache, wenn sie wirklich vorhanden wäre, das Ereigniss hervorbringen würde.

Es treffe eine Ursache $m+n$ mal ein, wenn eine zweite $m'+n'$ mal, eine dritte $m''+n''$ mal u. s. w. eintrifft. Dann ist die Wahrscheinlichkeit der ersten Ursache $\frac{m+n}{m+n+m'+n'+m''+n''\dots}$ die der zweiten $\frac{m'+n'}{m+n+m'+n'+m''+n''\dots}$ u. s. f. Also sind die relativen Wahrscheinlichkeiten der beiden ersten Ursachen $m+n$ und $m'+n'$. Wenn die erste Ursache $m+n$ mal Statt findet, soll das Ereigniss m mal Statt finden; dann ist die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses unter Voraussetzung der ersten Ursache $\frac{m}{m+n}$. Eben so sei die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses unter Voraussetzung der zweiten Ursache $\frac{m'}{m'+n'}$. Sind nun die beiden ersten Ursachen gleich wahrscheinlich, so ist $m+n = m'+n'$ und das Verhältniss der Wahrscheinlichkeiten

des Ereignisses unter Voraussetzung dieser Ursachen, (nämlich $\frac{m}{m+n} : \frac{m'}{m'+n'}$) wird $m : m'$. Ist nun aber das Ereigniss wirklich eingetreten, so kann dabei einer von den m Fällen, in welchen die erste Ursache dasselbe bewirken würde, eben so gut stattgefunden haben, als einer von den m' Fällen der zweiten Ursache u. s. f. Also sind die Wahrscheinlichkeiten der beiden ersten Ursachen nach dem Eintreffen des Ereignisses $\frac{m}{m+m'+m''}$ und $\frac{m'}{m+m'+m''}$, und ihr Verhältniss ist $m : m'$, mithin gleich dem Verhältniss der Wahrscheinlichkeiten des Ereignisses unter Voraussetzung dieser Ursachen.

Wenden wir diesen Satz zunächst an, um die Wahrscheinlichkeit einer Annahme für eine Grösse, nachdem mehrere Beobachtungswerthe derselben gegeben sind, im Allgemeinen zu bestimmen.

Es sei einer der gefundenen Beobachtungswerthe b . Wird für den wahren Werth der Grösse a angenommen, so ist der Fehler der Beobachtung $b-a$. Wären die Fehler, welche bei der angewandten Beobachtungsart in der Regel vorkommen, bekannt, so würde die Wahrscheinlichkeit des Fehlers $b-a$ gefunden werden, wenn man die Zahl, welche angiebt, wie oft in einer sehr grossen Anzahl von Beobachtungen ein Fehler gleich $b-a$ vorkommt, durch die Zahl der Beobachtungen dividirt. Die Wahrscheinlichkeit des Fehlers $b-a$ ist aber auch zugleich die Wahrscheinlichkeit, dass a die wahre gesuchte Grösse ist. Nun ist aber offenbar der gefundene Beobachtungswerth durch den Werth der gesuchten Grösse bedingt, und der vorstehende Satz erleidet eine unmittelbare Anwendung auf diesen Fall, wenn man den angenommenen Werth (a) der gesuchten Grösse als die mögliche Ursache und den beobachteten Werth (b) als das wirklich stattgefundene Ereigniss betrachtet. Ist über den wahren Werth der gesuchten Grösse vor der Beobachtung nichts Näheres bekannt, so ist offenbar vor der Beobachtung jede Annahme über denselben gleich wahrscheinlich. Daraus folgt, dass sich die Wahrscheinlichkeit der Annahmen a verhält wie die Wahrscheinlichkeit des Beobachtungswerthes b , wenn a wirklich die gesuchte Grösse wäre. Und da diese letztere Wahrscheinlichkeit auch die Wahrscheinlichkeit des Fehlers $b-a$ ist, so ergiebt sich, wenn man dieselben Betrachtungen noch auf mehrere Beobachtungswerthe ausdehnt, folgender Satz:

III. Die Wahrscheinlichkeiten mehrerer vor den gemachten Beobachtungen gleich wahrscheinlichen und einander ausschliessenden Hypothesen verhalten sich zu einander, wie die Wahrscheinlichkeiten der aus ihnen hervorgehenden Beobachtungsfehler oder Fehlersysteme.

Da die Wahrscheinlichkeit einer Annahme über die zu suchende Grösse von der Wahrscheinlichkeit der aus ihr hervorgehenden Fehler abhängt, so werden wir von der Untersuchung des Wahrscheinlichkeitsgesetzes eines Fehlers ausgehen müssen. Es sei die Grösse eines Beobachtungsfehlers Δ , so ist die Wahrscheinlichkeit dieses Fehlers offenbar eine Funktion von Δ , welche wir durch $f\Delta$ bezeichnen. Da die Anzahl der möglichen Beobachtungsfehler unendlich ist,

so ist $f\Delta$ nothwendig unendlich klein; aber doch werden sich die Werthe dieser Funktion für verschiedene Werthe von Δ mit einander vergleichen lassen. Setzen wir $f\Delta = \varphi\Delta \cdot d\Delta$, und bezeichnen durch $d\Delta$ einen constanten, unendlich kleinen Zuwachs des Fehlers Δ , so wird $\varphi\Delta$ eine endliche Grösse und proportional der Wahrscheinlichkeit des Fehlers Δ sein. Ohne die Form der Funktion $\varphi\Delta$ zu kennen, lassen sich doch von vorn herein über dieselbe folgende Bestimmungen machen. Da es am wahrscheinlichsten ist, dass der beobachtete Werth einer Grösse mit dem wahren Werth derselben zusammenfällt, so wird die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler gleich Null am grössten sein, und mit der Grösse des Fehlers abnehmen. Im Allgemeinen aber wird man von keinem Beobachtungsfehler, wie gross er auch angenommen werde, behaupten können, dass er ganz unmöglich sei. Haben zwei Fehler denselben absoluten Werth, aber entgegengesetzte Vorzeichen, so wird die Wahrscheinlichkeit für beide im Allgemeinen dieselbe sein. Da die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers nichts Anderes ist, als die Zahl der Fälle, in welchen dieser Fehler vorkommt, dividirt durch die Zahl aller möglichen Fälle; so ist die Summe der Wahrscheinlichkeiten für alle beliebigen Werthe des Fehlers gleich Eins und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler grösser als a und kleiner als b sei, gleich der Summen der Wahrscheinlichkeiten der zwischen diesen Grenzen liegenden Fehler. Daraus ergeben sich für die der Wahrscheinlichkeit proportionale Grösse $\varphi\Delta$ und für die Wahrscheinlichkeit $\varphi\Delta \cdot d\Delta$ selbst folgende Sätze.

1) Wenn Δ von 0 an stetig zu- oder abnimmt, so nimmt $\varphi\Delta$ stetig ab und convergirt gegen Null, wenn Δ unendlich wird, ohne für irgend einen Werth von Δ imaginär zu werden. Für $\Delta=0$ ist $\varphi\Delta$ ein Maximum.

2) $\varphi\Delta = \varphi(-\Delta)$.

$$3) \sum_{-\infty}^{+\infty} \varphi\Delta d\Delta = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi\Delta d\Delta = 1$$

4) Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler zwischen den Grenzen a und b liegt ist $\sum_a^b \varphi\Delta d\Delta = \int_a^b \varphi\Delta d\Delta$

Es seien nun durch mehrere direkte Beobachtungen für eine Grösse die Werthe $M, M', M'' \dots$ gegeben. Nimmt man für den wirklichen Werth der Grösse x an, so sind die Fehler $M-x, M'-x, M''-x \dots$, und die Wahrscheinlichkeit des Werthes x ist nach III proportional der Wahrscheinlichkeit des Systems dieser Fehler, also nach I proportional dem Produkt

$$\varphi(M-x) \cdot \varphi(M'-x) \cdot \varphi(M''-x) \dots = \Omega$$

wenn $\varphi\Delta d\Delta$, wie vorhin, die Wahrscheinlichkeit des Fehlers Δ bezeichnet. Der wahrscheinlichste Werth von x ist also derjenige, für welchen Ω ein Maximum, oder $\frac{d\Omega}{dx}$ gleich Null ist. Es ist $\log \Omega$

$$= \log \varphi(M-x) + \log \varphi(M'-x) + \log \varphi(M''-x) \dots, \text{ also } \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{d\Omega}{dx}$$

$$= -\frac{d \log \varphi(M-x)}{d(M-x)} - \frac{d \log \varphi(M'-x)}{d(M'-x)} - \frac{d \log \varphi(M''-x)}{d(M''-x)} \dots \text{ Bezeichnen}$$

wir daher $\frac{d \log \varphi(M-x)}{(M-x) d(M-x)}$ durch $\varphi'(M-x)$, so ist $\frac{d\Omega}{dx} = 0$, wenn
 $(M-x) \varphi'(M-x) + (M'-x) \varphi'(M'-x) + (M''-x) \varphi'(M''-x) \dots = 0$.

Da aber der wahrscheinlichste Werth von x das arithmetische Mittel der Beobachtungswerthe ist, so ist auch

$$M-x + M'-x + M''-x \dots = 0,$$

woraus folgt, dass $\varphi'(M-x) = \varphi'(M'-x) = \varphi'(M''-x)$ oder gleich einer Constanten ist. Für zwei Beobachtungswerthe würde man nämlich haben $(M-x) \varphi'(M-x) + (M'-x) \varphi'(M'-x) = 0$ und $M-x + M'-x = 0$, oder $\frac{M-x}{M'-x} = -\frac{\varphi'(M'-x)}{\varphi'(M-x)}$ und $\frac{M-x}{M'-x} = -1$, also $\frac{\varphi'(M'-x)}{\varphi'(M-x)} = 1$, oder $\varphi'(M-x) = \text{Const.}$ Und da die Form dieser Funktion offenbar nicht von der Zahl der Beobachtungen abhängt, so gilt dieses Resultat allgemein für jede beliebige Zahl der Beobachtungen.

Durch Integration der hieraus hervorgehenden Gleichung $\varphi' \Delta = \frac{d \log \varphi \Delta}{\Delta d \Delta} = k$, erhält man $\log \varphi \Delta = \frac{1}{2} k \Delta \Delta + \text{Const.}$, oder $\varphi \Delta = c e^{\frac{1}{2} k \Delta \Delta}$, wo c eine Const. und e die Basis des natürlichen logarithm. Systems bezeichnet. Da diese Funktion nach (1) ein Maximum ist für $\Delta = 0$, so muss k negativ sein. Setzen wir daher $\frac{1}{2} k = -h h$, so ist $\varphi \Delta = c e^{-h h \Delta \Delta}$,

wo die Constante c durch die Gleichung (IV), $\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi \Delta d \Delta = 1$ bestimmt wird. Für $h \Delta = t$ verwandelt sich diese letzte Gleichung in

$\frac{c}{h} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t t} dt = 1$. Nach den von Encke mitgetheilten eleganten Entwicklungen ist aber $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t t} dt = \sqrt{\pi}$, woraus folgt $\frac{c \sqrt{\pi}}{h} = 1$, oder $c = \frac{h}{\sqrt{\pi}}$, also

$$5) \dots \dots \varphi \Delta = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h h \Delta \Delta}.$$

Da nicht $\varphi \Delta$, sondern $\varphi \Delta d \Delta$ die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers ist, so wird sich zunächst nur die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers zwischen gegebenen Grenzen numerisch berechnen lassen. Nach (4) ist nun die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers zwischen den Grenzen $-a$ und a , oder die Wahrscheinlichkeit, dass der absolute Werth

$$\begin{aligned} &\text{eines Fehlers die Grösse } a \text{ nicht überschreitet, } \int_{-a}^a \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h h \Delta \Delta} d \Delta \\ &= \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{-a}^a e^{-h h \Delta \Delta} d \Delta, \text{ oder, da } \varphi \Delta = \varphi(-\Delta), = \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_0^a e^{-h h \Delta \Delta} d \Delta \\ &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{t=0}^{t=a h} e^{-t t} dt. \end{aligned}$$

In den angeführten astronomischen Jahrbüchern

sind die Werthe dieses Integrals für alle um $\frac{1}{10}$ verschiedene Werthe von t zwischen 0 und 2 in einer Tabelle zusammengestellt. Man sieht aus derselben, dass bei 1000 Beobachtungen zwischen

$t = 0$ bis $t = 0,5$ liegen 520 Fehler

$t = 0,5$ - $t = 1,0$ - 323

$t = 1,0$ - $t = 1,5$ - 123

$t = 1,5$ - $t = 2$ - 29

und dass über diese Grenze hinaus in Allem nur noch 5 Fehler vorkommen.

Aus dieser Tabelle findet man durch Interpolation denjenigen Werth von $t = ah$, für welchen das Integral 0,5 ist, oder unter 1000 Beobachtungen 500 Fehler vorkommen, gleich 0,476936. Dieser Werth von t entspricht dem Fehler, welcher eben so oft überschritten als nicht erreicht, und daher der wahrscheinliche Fehler der Beobachtungen genannt wird. Bezeichnet man diesen Werth mit q und den wahrscheinlichen Fehler mit r , so ist $q = hr$ oder $h = \frac{q}{r} = \frac{0,476936}{r}$. Ist

nur eine kleine Zahl von Beobachtungen vorhanden, so werden die Fehler derselben kaum ein Gesetz ihres Vorkommens erkennen lassen; aber mehrfache Beispiele zeigen auf das Deutlichste, dass in einer grossen Zahl von Beobachtungen die Fehler wirklich sehr nahe in dem Verhältniss vorkommen, welches durch eine solche Tabelle angegeben wird. Man wird daher bei einer grossen Zahl von Beobachtungen den bei der angewandten Beobachtungsart wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Beobachtungen mit ziemlicher Genauigkeit finden, wenn man unter Voraussetzung des arithmetischen Mittels denjenigen Fehler aufsucht, welcher so oft überschritten als nicht erreicht wird. Dieser Fehler, in das constante q dividirt, gibt dann den Werth des h , wodurch $\varphi\Delta$ und somit die Wahrscheinlichkeit eines jeden Fehlers numerisch bestimmt ist.

Man sieht, dass die Grösse h für jede Beobachtungsart einen besonderen Werth hat und umgekehrt proportional ist dem wahrscheinlichen Fehler der Beobachtungen. Sie ist überhaupt umgekehrt proportional der Grösse derjenigen Fehler, welche bei verschiedenen Beobachtungsarten mit gleicher Wahrscheinlichkeit erwartet werden

dürfen, da das Integral $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{t=ah}^{t=bh} e^{-tt} dt$, welches die Wahrscheinlich-

keit ausdrückt, dass ein Fehler zwischen den Grenzen a und b liegt, dasselbe ist, wenn ah und bh der einen Beobachtungsart gleich sind $a'h'$ und $b'h'$ der anderen, also $h : h' = a' : a = b' : b$. Aus diesem Grunde nennt man die Grösse h das Maass der Präcision.

Die Regel des arithmetischen Mittels beruht wesentlich auf der Voraussetzung, dass alle Beobachtungen von gleicher Güte sind, oder dass die Grösse h für alle Beobachtungswerthe dieselbe sei. Findet diese Voraussetzung nicht mehr statt, indem z. B. die verschiedenen Beobachtungswerthe unter ungleich günstigen Umständen oder durch Beobachtungsarten von verschiedener Genauigkeit gewonnen wären, oder schon die arithmetischen Mittel aus mehreren unmittelbaren Beobachtungswerthen darstellten; so wird der wahrscheinlichste

Werth der gesuchten Grösse, wenn das h eines jeden Beobachtungswertes bekannt ist, auf folgende Weise gefunden.

Es werde die gesuchte Grösse gleich x angenommen, und die Beobachtungswerte seien $n, n', n'' \dots$; so ist nach (I) die Wahrscheinlichkeit, dass die aus der Annahme hervorgehenden Fehler sämmtlich statt gefunden haben, und somit nach (III) die Wahrscheinlichkeit, dass x der wahre Werth der gesuchten Grösse sei, proportional

$$y(n-x) \cdot y(n'-x) \cdot y(n''-x) \dots \\ = \frac{h h' h'' \dots}{x^{\frac{1}{2} m}} e^{-\left\{ h h (n-x)^2 + h' h' (n'-x)^2 + h'' h'' (n''-x)^2 \dots \right\}},$$

wo $h, h', h'' \dots$ die Maasse der Präcisionen der einzelnen Beobachtungswerte sind und m die Zahl dieser Werthe bezeichnet. Derjenige Werth von x wird daher am wahrscheinlichsten die gesuchte Grösse darstellen, für welchen dieser Ausdruck ein Maximum, mithin die im Exponenten in Klammern eingeschlossene Grösse ein Minimum ist. Setzt man den ersten Differentialquotienten derselben nach x gleich Null, so erhält man $h h (n-x) + h' h' (n'-x) + h'' h'' (n''-x) \dots = 0$, oder

$$(6) \dots \dots x = \frac{h h n + h' h' n' + h'' h'' n'' \dots}{h h + h' h' + h'' h'' \dots},$$

welcher Ausdruck sich in das arithmetische Mittel verwandelt, wenn $h = h' = h'' \dots$.

Sind die Werthe $h, h', h'' \dots$ einander gleich, so kann man sie in dem Ausdruck, welcher ein Minimum werden muss, weglassen, und man erhält dann die Summe der Quadrate der aus der Annahme hervorgehenden Beobachtungsfehler. In dem allgemeinen Falle aber ist dieser Ausdruck die Summe der Quadrate derjenigen Produkte, welche man erhält, wenn man jeden Beobachtungsfehler mit dem Maasse der Precision der Beobachtung multiplicirt. Diess ist der Grund, warum die Auffindung des wahrscheinlichsten Werthes von x auf diesem Wege die Methode der kleinsten Quadrate genannt wird.

Die vorstehende Betrachtung führt zugleich zur Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers von x und zu einer genaueren Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers als auf dem vorhin angegebenen Wege. Werden nämlich die Fehler $n-x, n'-x, n''-x \dots$ in dem vorigen der Wahrscheinlichkeit von x proportionalen Ausdruck wirklich quadriert, so erhält man

$$\frac{h h' h'' \dots}{x^{\frac{1}{2} m}} e^{-[h h] \left\{ \frac{[h h n n]}{[h h]} - \frac{2[h h n]}{[h h]} x + x^2 \right\}} \\ = \frac{h h' h'' \dots}{x^{\frac{1}{2} m}} e^{-[h h] \left\{ \frac{[h h n n]}{[h h]} - \frac{[h h n]^2}{[h h]^2} + \left(x - \frac{[h h n]}{[h h]} \right)^2 \right\}},$$

wo die Klammern [] die Summe sämmtlicher Werthe der eingeschlossenen Grösse bezeichnen. Aus dieser Form des Ausdrucks ergibt sich unmittelbar der auch vorhin nachgewiesene wahrscheinlichste Werth von x gleich $\frac{[h h n]}{[h h]}$. Substituirt man denselben, so folgt, dass

$\frac{hk'k''}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-[hh] \left\{ \frac{[hkn]}{[hh]} - \frac{[hkn]^2}{[hh]^2} \right\}}$ proportional ist der Wahrscheinlichkeit

dieses besonderen Werthes von x . Die Wahrscheinlichkeit eines andern Werthes von x , nämlich $x + \Delta$, ist proportional

$$\frac{hk'k''}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-[hh] \left\{ \frac{[hkn]}{[hh]} - \frac{[hkn]^2}{[hh]^2} + (x + \Delta - \frac{[hkn]}{[hh]})^2 \right\}}$$

$$= \frac{hk'k''}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-[hh] \left\{ \frac{[hkn]}{[hh]} - \frac{[hkn]^2}{[hh]^2} + \Delta\Delta \right\}}, \text{ da } x - \frac{[hkn]}{[hh]} = 0. \text{ Also}$$

verhält sich die Wahrscheinlichkeit, dass bei der Annahme $x = \frac{[hkn]}{[hh]}$ kein Fehler begangen werde, zu der Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler gleich Δ sei, wie $1 : e^{-[hh]\Delta\Delta}$.

Ist aber H das Maass der Precision für diese Bestimmung von x , so ist, nach (5), $\frac{H}{\sqrt{x}} e^{-HH\Delta\Delta}$ proportional der Wahrscheinlichkeit eines Fehlers Δ bei dieser Bestimmung, wesshalb sich die Wahrscheinlichkeit des Fehlers Null zu der Wahrscheinlichkeit des Fehlers Δ auch verhält wie $1 : e^{-HH\Delta\Delta}$.

Daraus folgt

$$(7) \dots H = \sqrt{[hh]} = \sqrt{hh + k'k' + k''k'' \dots},$$

und somit der wahrscheinliche Fehler von x

$$\frac{q}{H} = \frac{q}{\sqrt{hh + k'k' + k''k'' \dots}} = \frac{q}{\sqrt{\frac{q^2}{r^2} + \frac{q^2}{r'^2} + \frac{q^2}{r''^2} \dots}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r'^2} + \frac{1}{r''^2} \dots}}$$

Sind die Beobachtungen alle von gleicher Genauigkeit, also $h = h' = h'' \dots$, und ist m die Anzahl derselben, so ist

$$H = h\sqrt{m}$$

und der wahrscheinliche Fehler von x ist

$$\frac{q}{H} = \frac{q}{h\sqrt{m}} = \frac{r}{\sqrt{m}}$$

Da H durch die Werthe $h, h', h'' \dots$ gegeben ist, so handelt es sich darum, die letzteren Werthe zu bestimmen. Es seien zu dieser Bestimmung m Beobachtungswerthe gegeben, jede mit dem Maass der Precision h , so ist, wenn wir die früheren Bezeichnungen beibehalten, die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens der m Beobachtungsfelder proportional

$$\frac{h^m}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-hh \left\{ (n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \dots \right\}}$$

Ist x wirklich der wahre Werth der gesuchten Grösse, der also weiter keine Veränderung erleidet, so hängt diese Wahrscheinlichkeit nur noch von h ab, und derjenige Werth von h wird der wahrscheinlichste sein, für welchen der vorstehende Ausdruck ein Maximum ist. Setzen wir den ersten Differentialquotienten desselben nach h gleich Null, so entsteht die Gleichung

$$\frac{m-2h^2 \left\{ (n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \right\}}{r^{\frac{1}{2}m}} - \frac{m-1-hh \left\{ (n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \right\}}{h e} = 0,$$

$$\text{oder } m-2h^2 \left\{ (n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \dots \right\} = 0,$$

$$\text{woraus folgt } h = \sqrt{\frac{m}{(n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \dots}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Die Grösse $\sqrt{\frac{m}{(n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \dots}}$ welche den Fehler jeder einzelnen Beobachtung angibt, wenn alle Fehler einander gleich wären, und die Summe ihrer Quadrate mit der Summe der Quadrate der wirklichen Fehler übereinstimmte, wird der mittlere Fehler genannt, und durch ε_2 bezeichnet. Durch Einführung dieser Bezeichnung wird $h = \frac{1}{\varepsilon_2 \sqrt{2}}$, das H des aus den Beobachtungen abgeleiteten arithmetischen Mittels $= \frac{\sqrt{m}}{\varepsilon_2 \sqrt{2}}$, der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Beobachtungen $r = \varepsilon_2 \sqrt{2} = 0,674489 \varepsilon_2$ und der wahrscheinliche Fehler des arithmetischen Mittels (x) nämlich, $\frac{r}{\sqrt{m}} = \frac{\varepsilon_2 \sqrt{2}}{\sqrt{m}} = \frac{0,674489 \varepsilon_2}{\sqrt{m}}$.

Der wahrscheinliche Fehler dieses Werthes von h lässt sich auf folgende Weise bestimmen. Substituiren wir in dem vorigen Ausdruck $\frac{h^m}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-hh \left\{ (n-x)^2 + (n'-x)^2 + (n''-x)^2 \dots \right\}}$, welcher, unter der Voraussetzung, dass x der wahre Werth der gesuchten Grösse ist, der Wahrscheinlichkeit irgend eines Werthes von h proportional ist, die Grösse ε_2 , so ist die Wahrscheinlichkeit (W) eines bestimmten Werthes von h proportional $\frac{h^m}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-hh m \varepsilon_2^2}$, und die Wahrscheinlichkeit (W') eines anderen Werthes ($h + \Delta$) von h proportional $\frac{(h + \Delta)^m}{x^{\frac{1}{2}m}} e^{-(h + \Delta)^2 m \varepsilon_2^2}$, also

$$W : W' = 1 : \left(1 + \frac{\Delta}{h}\right)^m e^{-2h \Delta m \varepsilon_2^2 - \Delta \Delta m \varepsilon_2^2}.$$

Um den Factor des letzten Gliedes dieser Proportion als Potenz von e auszudrücken, nehmen wir den natürlichen Logarithmus desselben. Es ist $\log \left(1 + \frac{\Delta}{h}\right)^m = m \log \left(1 + \frac{\Delta}{h}\right) = m \left(\frac{\Delta}{h} - \frac{1}{2} \frac{\Delta^2}{h^2} + \frac{1}{3} \frac{\Delta^3}{h^3} \dots\right)$, also $\left(1 + \frac{\Delta}{h}\right)^m = e^{m \left(\frac{\Delta}{h} - \frac{1}{2} \frac{\Delta^2}{h^2} + \frac{1}{3} \frac{\Delta^3}{h^3} - \frac{1}{4} \frac{\Delta^4}{h^4} \dots\right)}$, und daher

$$W : W' = 1 : e^{m \left(\frac{1}{h} - 2h \varepsilon_2^2\right) \Delta - m \left(\frac{1}{2h^2} + \varepsilon_2^2\right) \Delta^2 + \frac{1}{3} m \frac{\Delta^3}{h^3} - \frac{1}{4} m \frac{\Delta^4}{h^4}}.$$

Soll nun der zuerst angenommene Werth von h wahrscheinlicher

als jeder andere ($h + \Delta$) sein, so muss der Exponent des letzten Gliedes für diesen Werth von h negativ sein, zugleich aber mit Δ sich der Null nähern, was nur geschehen kann, wenn $\frac{1}{h} - 2 h \varepsilon_2 \varepsilon_2 = 0$,

oder, wie schon vorhin gefunden, $h = \frac{1}{\varepsilon_2 \sqrt{2m}}$. Substituiren wir diesen Werth von h in die übrigen Glieder des Exponenten, so wird das letzte Glied der Proportion, wenn wir die höheren Potenzen von Δ vernachlässigen, $e^{-2m \varepsilon_2 \varepsilon_2 \Delta \Delta}$. Also verhält sich die Wahrscheinlichkeit, dass bei der Bestimmung $h = \frac{1}{\varepsilon_2 \sqrt{2m}}$ ein Fehler gleich Null begangen sei, zu der Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler Δ sei, wie 1: $e^{-2m \varepsilon_2 \varepsilon_2 \Delta \Delta}$, woraus nach gleichen Folgerungen, wie diejenigen, welche zur Bestimmung von h angewandt wurden, sich ergibt, dass das Maass der Präcision von h gleich $\varepsilon_2 \sqrt{2m} = \frac{1}{h} \sqrt{m}$, mithin

der wahrscheinliche Fehler von h gleich $\frac{q}{\varepsilon_2 \sqrt{2m}} = \frac{q h}{\sqrt{m}}$ ist. Man kann daher Eins gegen Eins wetten, dass h zwischen den Grenzen

$$\frac{1}{\varepsilon_2 \sqrt{2}} \left(1 + \frac{q}{\sqrt{m}}\right) \text{ und } \frac{1}{\varepsilon_2 \sqrt{2}} \left(1 - \frac{q}{\sqrt{m}}\right),$$

und somit $r = \frac{q}{h}$ zwischen den Grenzen

$$\frac{q \sqrt{2}}{1 + \frac{q}{\sqrt{m}}} \varepsilon_2 \text{ und } \frac{q \sqrt{2}}{1 - \frac{q}{\sqrt{m}}} \varepsilon_2,$$

oder, wenn wir die höheren Potenzen von $\frac{q}{\sqrt{m}}$ vernachlässigen, zwischen den Grenzen

$$\varepsilon_2 \left(1 - \frac{q}{\sqrt{m}}\right) q \sqrt{2} \text{ und } \varepsilon_2 \left(1 + \frac{q}{\sqrt{m}}\right) q \sqrt{2} \text{ liegt.}$$

Da $\varepsilon_2 = \sqrt{\frac{[\Delta \Delta]}{m}}$, wo $[\Delta \Delta]$ die Summe der Quadrate der wahren

Beobachtungsfehler bezeichnet, so wird das Resultat der Anwendung dieser Formel auf die aus dem arithmetischen Mittel hervorgehenden Fehler immer etwas zu klein ausfallen. Bezeichnen wir nämlich das arithmetische Mittel durch x , den von dem arithmetischen Mittel immer etwas abweichenden wahren Werth der gesuchten Grösze durch $x + \Delta x$, die aus dem arithmetischen Mittel abgeleiteten Beobachtungsfehler durch $\alpha, \alpha', \alpha'', \dots$, also die beobachteten Werthe durch $x + \alpha, x + \alpha', x + \alpha'', \dots$, und die wahren Beobachtungsfehler durch $\delta, \delta', \delta'', \dots$, so wird der wahre Werth der gesuchten Grösze ausgedrückt durch $x + \alpha - \delta, x + \alpha' - \delta', x + \alpha'' - \delta'', \dots$, und da derselbe ebenfalls gleich $x + \Delta x$ ist, so entstehen die Gleichungen $\alpha - \Delta x = \delta, \alpha' - \Delta x = \delta', \alpha'' - \Delta x = \delta'', \dots$, aus welchen durch Erhebung beider Glieder jeder Gleichung ins Quadrat, da $[\alpha] = 0$, die Gleichung

$$[\alpha \alpha] + m (\Delta x)^2 = [\delta \delta],$$

wo m die Zahl der Beobachtungen ist, resultirt. Um den Werth von $(\Delta x)^2$ zu finden, welcher, m mal zur Summe der Quadrate der Feh-

ler α addirt, die Summe der Quadrate der wahren Beobachtungsfehler gibt, denke man sich m Beobachtungsreihen, jede aus m Beobachtungen bestehend. In jeder dieser Reihen wird der wirkliche Werth von Δx ein anderer sein. Aber da nach den früheren Entwicklungen der wahrscheinliche Fehler von x , nämlich Δx , gleich ist dem wahrscheinlichen Werth von δ , dividirt durch \sqrt{m} , so wird ein bestimmter Werth von Δx in den m Beobachtungsreihen eben so oft vorkommen, als ein bestimmter Werth von δ in den m Beobachtungen einer Reihe, wenn beide Werthe durch die Gleichung $\Delta x = \frac{\delta}{\sqrt{m}}$ verbunden sind. Daraus folgt, wenn $[(\Delta x)^2]$ die Summe der Quadrate von Δx in den m Beobachtungsreihen, und $m\varepsilon_2\varepsilon_2$ die Summe der wahren Beobachtungsfehler in den m Beobachtungen einer Reihe bezeichnet, $[(\Delta x)^2] = \frac{[\delta\delta]}{m} = \varepsilon_2\varepsilon_2$, also der für eine einzelne Reihe anzuwendende Werth von $(\Delta x)^2 = \frac{\varepsilon_2\varepsilon_2}{m}$. Dieser Werth von $(\Delta x)^2$ in die obige Gleichung gesetzt gibt

$$[\alpha\alpha] + \varepsilon_2\varepsilon_2 = m\varepsilon_2\varepsilon_2, \text{ oder } \varepsilon_2 = \sqrt{\frac{[\alpha\alpha]}{m-1}}$$

Man wird also möglichst genau den Werth von ε_2 erhalten, wenn man die Summe der Quadrate der m aus dem arithmetischen Mittel hergeleiteten Fehler so ansieht, als gehöre sie nicht zu m , sondern zu $m-1$ Fehlern.

Sollen Beobachtungen oder Beobachtungsergebnisse von verschiedener Genauigkeit mit einander verbunden werden, so ist es oft bequemer, statt der absoluten Maasse der Präcision die relativen Werthe derselben zu nehmen. Nimmt man zur Vergleichung der Genauigkeiten zweier Beobachtungswerte an, dass beide durch gleich gute direkte Beobachtungen, deren Zahl m und n sei, gewonnen wären, so sind, wenn h das gemeinschaftliche Maass der Präcision der einzelnen Beobachtungen ist, die Maasse der Präcisionen der beiden Beobachtungswerte $h\sqrt{m}$ und $h\sqrt{n}$, und ihr Verhältniss ist $\sqrt{m}:\sqrt{n}$. Man sieht also, dass sich die Genauigkeiten zweier Grössen verhalten wie die Quadratwurzeln aus den Anzahlen gleich guter Beobachtungen, welche erforderlich wären, um aus ihrem arithmetischen Mittel eine Bestimmung von gleicher Genauigkeit wie die der gegebenen Grössen zu erhalten. Wird die Genauigkeit der einzelnen Beobachtungen zur Einheit angenommen, so nennt man die Zahl der Beobachtungen das Gewicht der Grösse. Demnach verhalten sich die Gewichte zweier Grössen wie die Quadrate der Maasse der Genauigkeiten oder, da $h = \frac{\sigma}{r}$, umgekehrt wie die Quadrate der wahrscheinlichen Fehler.

Nach (6) und (7) ist der wahrscheinliche Werth (x) einer Grösse, für welche die Werthe n, n', n', \dots mit den Maassen der Präcision h, h', h', \dots gegeben sind, $x = \frac{h n + h' n' + h'' n'' \dots}{h h + h' h' + h'' h'' \dots}$ und das Maass

der Präcision dieser Bestimmung $H = \sqrt{h h + h' h' + h'' h'' \dots}$. Bezeichnen wir durch p, p', p', \dots die Gewichte der einzelnen Werthe, durch

P das Gewicht von x , und nehmen zur Einheit der Genauigkeit diejenige Beobachtung an, deren Maass der Präcision Eins ist; so ist $p = hh, p' = h'h', p'' = h''h'' \dots, P = HH$, also

$$x = \frac{pn + p'n' + p''n'' \dots}{p + p' + p'' \dots} \text{ und } P = p + p' + p'' \dots,$$

Ausdrücke, welche sich auch direkt aus dem Princip des arithmetischen Mittels herleiten lassen.

Zur vollständigen Abhandlung dieses Theils der Methode der kleinsten Quadrate, wo Eine Grösse bestimmt werden soll, würde nun noch die Untersuchung des allgemeinen Falls gehören, wo die gesuchte Grösse eine beliebige gegebene Funktion einer oder mehrerer durch Beobachtungen bestimmter Grössen ist.

Um den Raum nicht zu sehr in Anspruch zu nehmen, begnügen wir uns mit der Mittheilung der Resultate.

Es werde der wahrscheinlichste Werth (V) und der wahrscheinliche Fehler (F) von X gesucht, wenn $X = f(x, x', x'' \dots)$, und die Form der Funktion so wie die wahrscheinlichsten Werthe $a, a', a'' \dots$ und die wahrscheinlichen Fehler $r, r', r'' \dots$ von $x, x', x'' \dots$ gegeben sind.

Man findet
$$V = f(a, a', a'' \dots)$$

und
$$F = \sqrt{\left(\frac{dV}{da}\right)^2 r^2 + \left(\frac{dV}{da'}\right)^2 r'^2 + \left(\frac{dV}{da''}\right)^2 r''^2 \dots}$$

Ist z. B. X eine lineare Funktion von $x, x', x'' \dots$, also

$$X = \alpha x + \beta x' + \gamma x'' \dots,$$

so ist $\dots V = \alpha a + \beta a' + \gamma a'' \dots$

und $\dots F = \sqrt{\alpha^2 r^2 + \beta^2 r'^2 + \gamma^2 r''^2 \dots}$

Ist $X = xx'$, so ist der wahrscheinlichste Werth von $X \dots aa'$ und der wahrscheinliche Fehler $\sqrt{a'^2 r^2 + a^2 r'^2}$.

Ist $X = \frac{x}{x'}$, so ist der wahrscheinlichste Werth des Bruches gleich $\frac{a}{a'}$ und der wahrscheinliche Fehler gleich

$$\sqrt{\frac{r^2}{a'^2} + \frac{a^2 r'^2}{a'^4}} = \frac{a}{a'} \sqrt{\left(\frac{r^2}{a^2} + \frac{r'^2}{a'^2}\right)}$$

Uebrigens sind diese Ausdrücke nur für lineare Funktionen ganz genau, für andere Funktionen aber um so genauer, je kleiner die wahrscheinlichen Fehler $r, r', r'' \dots$ sind.

Das Bisherige enthält nun die vollständige Lösung der Aufgabe, den wahrscheinlichen Werth einer gegebenen Funktion von direkt beobachteten oder aus Beobachtungen hergeleiteten Grössen zu bestimmen. In vielen Fällen aber ist die zu beobachtende Grösse eine Funktion mehrerer Unbekannten, welche aus den Beobachtungswerthen bestimmt werden sollen, während die übrigen in der Funktion enthaltenen Grössen zugleich mit den Beobachtungen gegeben sind.

Soll z. B. das Gesetz der Ausdehnung eines Körpers gefunden werden, so setzt man gewöhnlich eine Gleichung von der Form

$$v - 1 = at + bt^2 + ct^3$$

voraus, in welcher v das Volumen des Körpers bei der Temperatur t bezeichnet, wenn das Volumen bei der Temperatur 0 zur Einheit

angenommen wird. Man beobachtet dann die Werthe von v oder $v-1$ für verschiedene Werthe von t , und erhält dadurch eben so viele Gleichungen zur Bestimmung von a , b und c als Beobachtungen vorhanden sind. Ist die Zahl der Gleichungen gleich der Zahl der Unbekannten, so ist die Aufgabe bestimmt, und es können die Werthe von a , b und c so gefunden werden, dass sie die Gleichungen streng befriedigen. Ist aber die Zahl der Gleichungen grösser als die Zahl der Unbekannten, so gibt es zwar im Allgemeinen keine Werthe der letzteren, welche sämtliche Gleichungen streng befriedigen, aber es können doch solche Werthe von a , b und c gefunden werden, welche vor allen anderen sämtlichen Gleichungen am Meisten genug thun. Diese Werthe bei beliebiger Formen der Funktionen zu bestimmen ist der Zweck des Folgenden:

Es sei $V=f(X, Y, Z\dots)$, wo $X, Y, Z\dots$ gesucht werden, während für verschiedene Werthe der in der Funktion enthaltenen veränderlichen Grössen die entsprechenden V durch Beobachtungen gegeben sind. Sind $V^0, V', V''\dots$ die für V gefundenen Beobachtungswerte, so wird man die Gleichungen haben $V^0=f(X, Y, Z\dots)$, $V'=f(X, Y, Z\dots)$, $V''=f(X, Y, Z\dots)\dots$. Der wahre Werth von $X, Y, Z\dots$ aber wird im Allgemeinen für die Funktionen $F, F', F''\dots$ andere Werthe als $V^0, V', V''\dots$ geben. Dieselben seien $M, M', M''\dots$, so sind die bei den Beobachtungen gemachten Fehler, sofern sie bloss dem V zugeschrieben werden, $M-V^0=v$, $M'-V'=v'$, $M''-V''=v''\dots$. Man suche nun auf irgend eine Weise für $X, Y, Z\dots$ solche Werthe $X^0, Y^0, Z^0\dots$ auf, dass die Abweichungen $X_0-X=x$, $Y_0-Y=y$, $Z_0-Z=z\dots$ nur klein sein können. Vernachlässigt man dann die höheren Potenzen, von $x, y, z\dots$ so ist:

$$M=f(X_0+x, Y_0+y, Z_0+z\dots) \\ = M_0 + \frac{dM_0}{dX_0}x + \frac{dM_0}{dY_0}y + \frac{dM_0}{dZ_0}z\dots$$

und, wenn man auf beiden Seiten der Gleichung V^0 subtrahirt, und ausser $M-V^0=v$, noch $M_0-V^0=n$, $\frac{dM_0}{dX_0}=a$, $\frac{dM_0}{dY_0}=b$, $\frac{dM_0}{dZ_0}=c\dots$ setzt, wo n, a, b, c gegebene Grössen sind,

$$v=n+ax+by+cz\dots$$

Auf dieselbe Weise ergeben sich aus den übrigen Beobachtungen für die Fehler $v', v''\dots$ die Gleichungen

$$v'=n'+a'x+b'y+c'z\dots$$

$$v''=n''+a''x+b''y+c''z\dots$$

u. s. w. u. s. w.

Es handelt sich nun darum, die wahrscheinlichsten Werthe der Correctionen $x, y, z\dots$ zu finden.

Jede besondere Annahme der Werthe von $x, y, z\dots$ gibt für die Fehler $v, v', v''\dots$ besondere Werthe, und es wird nach III. diejenige Annahme für $x, y, z\dots$ die wahrscheinlichste sein, für welche die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens der durch die Annahme bedingten Fehler ein Maximum ist. Sind die Beobachtungen von ungleicher Güte, und $h, h', h''\dots$ die Maasse ihrer Präcision, so sind

$\frac{h}{\sqrt{x}}e^{-hhv}$, $\frac{h'}{\sqrt{x}}e^{-h'h'v'}$, $\frac{h''}{\sqrt{x}}e^{-h''h''v''}$ proportional den Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Fehler. Also ist die Wahrschein-

Behalten wir die so eben angenommene Bedeutung von Ω bei, so ist die Wahrscheinlichkeit irgend eines Systems von x, y, z, \dots proportional $\frac{hk'h' \dots}{\pi^{\frac{1}{2}m}} e^{-\Omega}$, oder $e^{-\Omega}$, oder auch, wenn wir dx, dy, dz, \dots

als constant annehmen, proportional $e^{-\Omega} dx dy dz, \dots$

Demnach ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein System von x, y, z, \dots irgend eins von den aus allen möglichen Werthen von x, y, z, \dots gebildeten Systemen sei, oder die völlige Gewissheit, proportional der durch das Integral

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\Omega} dx dy dz, \dots$$

bezeichneten Summe der Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Werthe von $e^{-\Omega} dx dy dz, \dots$, wo sich die Integration auf jede Veränderliche beziehen soll, und also so vielfach vollzogen werden muss, als Veränderliche da sind.

Der Kürze wegen wollen wir nur zwei Unbekannte x und y annehmen. Man wird dann leicht das gefundene Resultat durch Induction auf jede beliebige Anzahl der Unbekannten anwenden können. Für diesen speciellen Fall ist

$$\begin{aligned} \Omega &= vv + v'v' \\ &= (ax + by + n)^2 + (a'x' + b'y' + n')^2 \\ &= [aa]x^2 + 2[ab]xy + 2[an]x + [bb]y^2 + 2[bn]y + [nn] \\ &= [bb]y^2 + 2[bn]y + [nn] - \frac{[ab]^2y^2 + [an]^2 + 2[ab][an]y + [aa]\left\{x + \frac{[ab]y + [an]}\{aa]\right\}^2}{[aa]}, \end{aligned}$$

also die Wahrscheinlichkeit eines Systems von x und y bei völlig unbestimmt gelassenen Werthen derselben, oder die Gewissheit, proportional

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\Omega} \left\{ AA + [aa] \left(x + \frac{[ab]y + [an]}{[aa]} \right)^2 \right\} dy dx,$$

wo die Bedeutung von AA hinreichend klar ist. Integriren wir den Ausdruck zuerst nach x , indem wir y constant setzen, so erhalten wir den proportionalen Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit eines aus einem bestimmten y und einem unbestimmten x gebildeten Systems, oder für die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten y . Da

$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-tt} dt = \sqrt{\pi}$, so ist das Integral, ohne Rücksicht auf das zweite

Integralzeichen:

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{[aa]}} e^{-AA} dy &= \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{[aa]}} e^{-\left\{ ([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]})y^2 + 2\left([bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]} \right)y + [nn] - \frac{[nn]^2}{[aa]} \right\}} dy \\ &= \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{[aa]}} e^{-\left[[nn] - \frac{[an]^2}{[aa]} - \frac{\left([bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]} \right)^2}{[bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]}} \right]} e^{-\left\{ ([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]})y + \frac{[bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]}}{[bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]}} \right\}^2} dy \end{aligned}$$

Setzen wir diesen Ausdruck gleich $Be - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \left\{ y + C \right\}^2$
 wo B und C Constante sind, und nehmen nun das Integral in Bezug
 auf y , nämlich $\int_{-\infty}^{+\infty} Be - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \left\{ y + C \right\}^2 dy$

so ergibt sich die Wahrscheinlichkeit eines aus irgend einem beliebigen x und y gebildeten Systems, oder die völlige Gewissheit, proportional

$$\frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) B}}$$

Also verhält sich die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Werthes von y zur völligen Gewissheit wie

$$Be - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \left\{ y + C \right\}^2 dy : \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) B}}$$

woraus folgt, dass die absolute Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Werthes von y gleich ist

$$\frac{\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right)}}{\sqrt{\pi}} e - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \left\{ y + C \right\}^2 dy$$

oder, wenn für C wieder der Werth desselben eingesetzt wird, gleich

$$\frac{\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right)}}{\sqrt{\pi}} e - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \left\{ y + \frac{[bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]}}{\left[bb - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right]} \right\}^2$$

Diese Wahrscheinlichkeit ist am grössten, wenn

$$\left\{ y + \frac{[bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]}}{\left[bb - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right]} \right\}^2$$

ein Minimum, also gleich Null ist, was für den wahrscheinlichsten Werth von y giebt

$$y = - \frac{[bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]}}{\left[bb - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right]}$$

Durch Substitution dieses Werthes von y in den vorigen Ausdruck erhält man für die Wahrscheinlichkeit desselben

$$\frac{\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right)}}{\sqrt{\pi}} dy$$

und für die Wahrscheinlichkeit eines andern Werthes von y , nämlich $y + \Delta$,

$$\frac{\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right)}}{\sqrt{\pi}} e - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \Delta \Delta dy$$

Also verhält sich die Wahrscheinlichkeit, dass der angegebene wahrscheinlichste Werth von y um Null fehlerhaft ist, zu der Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler gleich Δ ist, wie

$$1 : e - \left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) \Delta \Delta,$$

oder es ist, nach der mehrmals angewandten Schlussweise, das Maass der Präcision für den wahrscheinlichsten Werth von y

$$\sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right)},$$

und das Gewicht dieses Werthes in Bezug auf solche Grössen, deren Maass der Präcision Eins wäre,

$$[bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]}.$$

Der angegebene wahrscheinlichste Werth von y ist derselbe, als der, welcher aus den Gleichungen (8) resultirt. Nach denselben ist nämlich

$$\begin{aligned} [aa]x + [ab]y + [an] &= 0 \\ [ab]x + [bb]y + [bn] &= 0, \end{aligned}$$

also, wenn man den unmittelbar aus der ersten Gleichung sich ergebenden Werth von x in die zweite Gleichung substituirt

$$\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right) y + [bn] - \frac{[ab][an]}{[aa]} = 0,$$

oder y gleich dem vorhin angegebenen Werthe.

Man sieht zugleich, dass der Coefficient von y in dieser Gleichung das Gewicht dieser Unbekannten in Bezug auf die so eben bezeichneten Grössen angibt. Hierbei ist aber nicht zu vergessen, dass die Grössen a u. b , a' u. b' nicht die Differentialquotienten

$$\frac{dM_0}{dx_0} \text{ u. } \frac{dM_0}{dy_0}, \frac{dM'_0}{dx_0} \text{ u. } \frac{dM'_0}{dy_0} \dots,$$

sondern die Produkte derselben in den Werth des jedesmaligen h sind. Nimmt man statt der wirklichen Werthe von h , h' h'' ihnen proportionale Zahlen, z. B.

$$\frac{h}{h_0}, \frac{h'}{h'_0}, \frac{h''}{h''_0} \dots,$$

$$\text{also } a = \frac{h}{h_0} \cdot \frac{dM_0}{dx_0}, \quad b = \frac{h}{h_0} \cdot \frac{dM_0}{dy_0} \dots,$$

so geben die für die Gleichungen (8) entstehenden Gleichungen noch dieselben Werthe von x , y , z ...; aber in dem vorliegenden Falle zweier Unbekannten ist das Maass der Präcision für den wahrscheinlichsten Werth von y

$$h_0 \sqrt{\left([bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} \right)},$$

$$\text{und daher } [bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]}$$

das Gewicht dieses Werthes in Bezug auf solche Grössen, deren

Maass der Präcision gleich h_0 . Sind alle Beobachtungswerthe von gleicher Güte, also $h = h' = h'' \dots$ so wird man

$$a = \frac{dM_0}{dx_0}, \quad b = \frac{dM_0}{dy_0}$$

nehmen. Der Ausdruck $bb - \frac{[ab]^2}{[aa]}$ gibt dann das Gewicht des wahrscheinlichsten Werthes von y in Bezug auf die einzelnen Beobachtungswerthe.

Wendet man nun die hier gegebenen Rechnungen und Betrachtungen auf eine beliebige Zahl von Unbekannten an, so ergibt sich folgender allgemeine Satz:

Eliminirt man aus den unveränderten Gleichungen des Minimums eine Unbekannte nach der andern durch successive Substitution, ohne einen Eliminationsfaktor weiter einzuführen, so ist das Gewicht des wahrscheinlichsten Werthes der Unbekannten, die zuletzt allein übrig bleibt, gleich dem Coefficienten, welchen die Unbekannte in der letzten Gleichung hat, in welcher sie allein erscheint, versteht sich in Bezug auf die Einheit der Genauigkeit, welche bei den Grundgleichungen angenommen ist.

Um den wahrscheinlichen Fehler der Unbekannten zu berechnen, bedarf es nun noch der Bestimmung des mittleren Fehlers derjenigen Grösse, für welche die Genauigkeit gleich Eins angenommen ist. Wir beschränken uns der nothwendigen Kürze wegen auf die blosse Mittheilung des Resultats.

Analog dem Falle, wo nur eine Unbekannte gesucht wird, findet man den möglichst genauen Werth des mittleren Fehlers für n in den Gleichungen (8) oder in den für dieselben angenommenen Gleichungen, wenn man die Summe der Quadrate der für v übrig bleibenden Fehler so ansieht, als gehöre sie nicht zu m , sondern zu $m - \mu$ Beobachtungen, wo μ die Zahl der Unbekannten ist. Die Fehler für diese n sind aber zugleich als die Fehler der Grössen anzusehen, deren Gewicht zur Einheit angenommen ist, da sie, wegen der Multiplication mit $\frac{h}{h_0}$, sich eben so wie die Fehler dieser Grössen zu den Fehlern der Beobachtungen verhalten, wie die verschiedenen Werthe von $\frac{h}{h_0} : 1$. Bezeichnen wir also den mittleren Fehler dieser Grössen durch ε_2 und die Summe der Quadrate der für v übrig bleibenden Fehler durch $[\alpha\alpha]$, so ist

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\frac{[\alpha\alpha]}{m - \mu}}$$

Aus diesem mittleren Fehler berechnet man nach der früher angegebenen Regel den entsprechenden wahrscheinlichen Fehler; und aus diesem durch Division mit der Quadratwurzel des Gewichts einer Unbekannten, den wahrscheinlichen Fehler dieser letzteren.

Bei physikalischen Beobachtungen ist V gewöhnlich eine lineare Funktion der Unbekannten. In diesem Falle sind die Gleichungen, von welchen wir ausgingen, für ganz beliebige Werthe der Correctionen x, y, z vollkommen genau, und man kann daher für die angenäher-

ten Werthe x_0, y_0, z_0 Null annehmen, so dass x, y, z die Werthe der Unbekannten selbst sind. Nehmen wir das obige Beispiel, wo

$v - 1 = at + \beta t^2 + \gamma t^3$,
 so ist, wenn $v - 1$ die beobachtete Ausdehnung bezeichnet,
 $n = -(v - 1), a = \frac{d(v-1)}{da} = t, b = \frac{d(v-1)}{d\beta} = t^2, c = \frac{d(v-1)}{d\gamma} = t^3$,
 und $x = a, y = \beta, z = \gamma \dots$

Bei meteorologischen Beobachtungen hat man häufig die Form

$$y = a + b \sin \left(c + \frac{x}{n} 2\pi \right) + d \left(e + \frac{x}{n} 4\pi \right) \dots,$$

wo a, b, c, d, e gesucht werden, wenn y für verschiedene Werthe von x beobachtet und n eine Constante ist. Entwickelt man die trigonometrischen Grössen, so ist

$$y = a + b \sin c \cos \frac{x}{n} 2\pi + b \cos c \sin \frac{x}{n} 2\pi + d \sin e \cos \frac{x}{n} 4\pi + d \cos e \sin \frac{x}{n} 4\pi, \text{ oder, wenn } b \sin c = \beta, \cos \frac{x}{n} 2\pi = p, b \cos c = \gamma, \sin \frac{x}{n} 2\pi = q, d \sin e = \delta, \cos \frac{x}{n} 4\pi = r, d \cos e = \varepsilon, \sin \frac{x}{n} 4\pi = s \text{ gesetzt wird,}$$

$$y = a + \beta p + \gamma q + \delta r + \varepsilon s \dots,$$

also y wieder eine lineare Funktion der Unbekannten $a, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, mit deren Werthen die von a, b, c, d, e gegeben sind.

Man findet die Methode der kleinsten Quadrate ausser in der angeführten Abhandlung Encke's in den Berl. astronomischen Jahrbüchern von 1834, 1835, 1836 behandelt von dem hauptsächlichsten Erfinder derselben, Gauss, in dessen Theoria motus corporum coelestium Lib. II. Sec. III.; Disquisitio de elementis ellipticis Palladis. Comment. Göttingens. recentiores. Vol. I. 1808—1811; Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae. Comm. Gött. recent. 1821 und 1823; und in der Zeitschrift für Astronomie von Lindenau und Bohnenberger. Bd. 1. pag. 185; — ferner von Legendre, Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, Paris 1806; — Laplace, Calcul des probabilités, Paris IV; — Bessel, Fundamenta Astronomiae: Ueber die Bahn des Olbers'schen Cometen, Abhandl. d. Berl. Acad. für 1812, 1813; — Pauker, Ueber die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf physik. Beobachtungen. Mielau 1819. Mücke, Gelehrer's physikalisches Wörterbuch, Artikel Beobachtung, Leipzig 1825; — Baumgärtner, Supplementband zu dessen Naturlehre, Wien 1831; — Hagen, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Berlin 1837; — Clemens, Ueber die Methode der kleinsten Quadrate, Programm des Königl. Gymnasii zu Tilsit, 1840; — Poisson, Wahrscheinlichkeitsrechnung, deutsch übersetzt von Schnuse, Braunschweig 1841; — Roeber, Das Atomgewicht des Kohlenstoffs, berechnet durch die Methode der kleinsten Quadrate, Journal für praktische Chemie von Erdmann und Marchand, Bd. 24. S. 451.

Explosionen der Dampfkessel. Wenn Wasser oder eine andere verdampfbare Flüssigkeit in einem offenen Gefässe erhitzt wird, so steigt bei hinreichendem Wärmezufuss die Temperatur der Flüssigkeit so lange, bis die Spannung des Dampfes dem atmosphärischen Druck gleich kommt, wo dann die Erscheinung des Siedens

eintritt, und die Temperatur der Flüssigkeit constant bleibt. Die Wände des Gefässes erleiden hierbei, wenn man von dem Gewicht der Flüssigkeit absieht, von aussen und innen denselben Druck, nämlich den Druck der Atmosphäre, so dass in dem Sieden als solchem keine Ursache zur Zertrümmerung des Gefässes liegt. Anders verhält es sich, wenn das Gefäss entweder ganz verschlossen oder der Abzug des Dampfes auf irgend eine Weise erschwert ist. In dem ersten Falle nähert sich die Temperatur der Flüssigkeit derjenigen des Heizraumes, in dem zweiten Falle derjenigen Temperatur, bei welcher die allein von der Temperatur der Flüssigkeit abhängige Spannung des Dampfes je nach der Dichtigkeit desselben hinreichend ist, eine eben so grosse Gewichtsmenge Dampf auszustossen, als an der Heizfläche gebildet wird. Sind die Wände des Gefässes nicht stark genug, um in diesen beiden Fällen dem der höchsten Temperatur entsprechenden Ueberschuss des inneren Drucks über den äusseren Druck der Atmosphäre zu widerstehen, so erfolgt mit steigender Temperatur und also zunehmendem inneren Druck nothwendig eine gewaltsame Zertrümmerung des Gefässes.

Diese Ursache der Explosionen würde durch das schon von Papin erfundene bekannte Sicherheitsventil vollkommen verhütet werden, wenn in jedem Augenblick der Druck des belasteten Ventils bezogen auf die Flächeneinheit der von demselben bedeckten Oeffnung geringer wäre, als das Maximum des Ueberschusses des inneren Drucks über den Druck der Atmosphäre, welches die Wände des Gefässes auszuhalten vermögen, und ausserdem die Grösse der Oeffnung so wie die Form des Ventils so eingerichtet wären, dass bei dem zum Heben des Ventils erforderlichen inneren Druck wenigstens eben so viel Dampf aus dem Kessel entweichen muss, als an der Heizfläche gebildet wird.

So leicht es ist, diesen Bedingungen bei gegebener Festigkeit des Kessels, gegebener Dampfproduktion und ungehindertem Ausfluss des Dampfes durch die Ventilöffnung zu genügen, so wenig kann bei der Einrichtung der Ventile auf die möglichen Aenderungen dieser Umstände eine in allen Fällen genügende Rücksicht genommen werden. Wir werden in dem Folgenden zunächst die auf der Annahme solcher Aenderungen beruhenden Erklärungen der Explosionen der Dampfkessel erörtern, und dann diejenigen Theorien berühren, in welchen die Explosionen von anderen Ursachen als einem Missverhältniss zwischen der Spannung des Dampfes und der Festigkeit des Kessels abgeleitet worden.

I. Verminderung der Festigkeit des Kessels. Die gesetzlichen Bestimmungen, welche in mehreren Staaten über das Verhältniss der Festigkeit der Kessel zur Belastung der Ventile gegeben sind, beziehen sich auf die Festigkeit der Kesselwände in gewöhnlicher Lufttemperatur, für welche ein den Maschinenbetrieb nicht unbillig hemmender, aber die allmähliche Abnutzung des Kessels so wie etwaige kleinere Unfälle mehr als hinreichend ausgleichender Ueberschuss über diejenige Festigkeit, welche gerade dem der Belastung des Ventils entsprechenden inneren Druck das Gleichgewicht halten würde, vorgeschrieben ist. So muss z. B. in Frankreich jeder Dampfkessel vor dem Gebrauch einer Wasserprobe unterworfen werden

welche bei einem gusseisernen Kessel das 5fache, bei einem Kessel aus Schmiedeeisen das 3fache desjenigen Drucks beträgt, welchen der Kessel vermöge der Belastung des Ventils auszuhalten bestimmt ist. Bei gehöriger Wartung des Kessels, so lange die gesammte metallische Heizfläche in unmittelbarer Berührung mit dem Wasser bleibt, und also die Temperatur der Kesselwände an keiner Stelle merklich grösser als die Temperatur des Wassers ist, kann nun zwar die Festigkeit des Kessels während der Heizung der Festigkeit in gewöhnlicher Temperatur gleich gesetzt werden. Diese Gleichheit der Temperatur des Kessels und der eingeschlossenen Flüssigkeit findet aber nicht mehr statt, wenn durch Absetzen von Pfannenstein oder durch andere Unreinigkeiten der Uebergang der Wärme der erhitzten Metallfläche an die Flüssigkeit erschwert oder durch einen zu niedrigen Wasserstand ein Theil der Heizfläche ausser Berührung mit der Flüssigkeit gesetzt wird. Wie hoch unter diesen Umständen die Temperatur einzelner Theile des Kessels gesteigert werden kann, ersieht man daraus, dass bei einem zu niedrigen Wasserstand der bloss mittelbar erhitzte Deckel rothglühend und fähig werden kann, hölzerne zufällig mit demselben in Berührung gebrachte Gegenstände in Brand zu setzen. Nach den Versuchen Tremery's (Franklin'sches Journal Bd. 17 und 18) nimmt aber z. B. die Festigkeit des Schmiedeeisens, welche durch Erwärmung bis zu 160° C. etwas zunimmt, bei stärkerer Erhitzung in einem raschen Verhältniss ab, so dass sie bei dunkler Rothglühhitze nur noch $\frac{1}{4}$ der ursprünglichen Festigkeit beträgt. Wenn nun unter den obigen Umständen die Festigkeit der nur mittelbar erhitzten Theile des Kessels in solchem Maasse verringert werden kann, so werden um so eher die vom Feuer bestrichenen aber nicht mehr in unmittelbarer Berührung mit dem Wasser befindlichen Stellen durch die stärkere Glühhitze, auch wenn der Kessel mehr als die gesetzlich vorgeschriebene Festigkeit besitzt, so geschwächt werden können, dass sie schon von einem geringeren Druck, als zum Heben des Ventils erforderlich ist, zerrissen werden.

Um hiermit die Erscheinungen einer speciellen Explosion in Verbindung zu bringen, entnehmen wir aus der Abhandlung Arago's über Explosionen der Dampfmaschinen (Annuaire pour l'an 1830, Pogg. Ann. Bd. 18) die Beschreibung der Explosion des Kessels in der Brennerei Lochrin zu Edinburg. Der Kessel, aus 4 Zoll dickem Schmiedeeisen bestehend, war 37 engl. Fuss lang, 4 Fuss hoch, unten 3 und oben 4 Fuss breit. Sein Gewicht betrug 180 Centner. Der Boden desselben war nach innen gewölbt, so dass die Flamme fast bis in die Mitte der Flüssigkeit dringen konnte. In der oberen Wand waren zwei Sicherheitsventile angebracht, welche sich bei einem Druck von mehr als 60 Pfund engl. auf den Quadratzoll öffnen mussten. Eines dieser Ventile war unter einem Käfig unter Verschluss gestellt, so dass keine Ueberlastung desselben statt finden konnte. Dieser ungewöhnlich grosse Kessel, dessen Dampf zur Erwärmung der zu destillirenden Flüssigkeiten dienen sollte, wurde am 21. März 1814 in Wirksamkeit gesetzt. 12 Tage nachher hatte ihn eine Explosion gänzlich zerstört. Bei der Explosion wurde der Kessel vom Mauerwerk abgelöst und in die Höhe gehoben, dann in einer völlig horizontalen Linie in zwei ungleiche Theile getheilt, von welchen der

untere aus dem Boden bestehende 40 Centner schwere Theil nachher 14 bis 15 Fuss über seinem ursprünglichen Ort in einiger Entfernung von demselben gefunden wurde, der obere aus dem Deckel und den beiden Seiten bestehende 140 Centner schwere Theil aber das gemauerte Gewölbe der Werkstatt durchbrach, dann noch 70 Fuss darüber im Freien emporstieg, und, 180 Fuss weit fortgeführt, beim Niederfallen ein zur Brennerei gehöriges Gebäude einschlug und einen grossen gusseisernen Behälter im Erdgeschoss zertrümmerte.

Nehmen wir an, dass durch einen zu niedrigen Wasserstand ein Theil des nach oben gewölbten Bodens und an den Seitenflächen ein schmaler horizontaler Streifen der Heizfläche trocken gelegt und dadurch glühend geworden sei. Der vom Wasser entblösste Theil des Bodens, welcher die stärkste Erhitzung und dadurch die grösste Verminderung seiner Festigkeit erfahren musste, wurde zuerst in Folge des inneren Drucks (ohne dass derselbe die zum Heben des Ventils erforderliche Stärke zu erreichen brauchte) wahrscheinlich an mehreren Stellen durchbrochen. Setzen wir den Ueberschuss des inneren Drucks über den Druck der Atmosphäre gleich 45 μ auf den Quadratzoll, so bedurfte es (den Centner zu 120 μ gerechnet) nach dem Segnerschen Princip nur einer Oeffnung in dem Boden von 480 Quadratzoll um dem 180 Centner betragenden Gewicht des ganzen Kessels das Gleichgewicht zu halten und also nur einer etwas grösseren Oeffnung, um den Kessel zu heben. Während dieser Hebung erlitten nun die Seitenwände eine plötzliche Zunahme ihrer Spannung theils durch das Gewicht des Bodens und des in dem Kessel enthaltenen Wassers, theils dadurch, dass das Gewicht des Deckels nicht mehr auf dieselben drückte, theils auch vielleicht dadurch, dass das umher geworfene Wasser die glühenden Stellen berührte, und nun eine grössere Menge Dampf entwickelt wurde, als vermisch mit dem Wasser aus den Oeffnungen des Kessels entweichen konnte. Diese Umstände vereint brachten den glühenden horizontalen Streifen der Seitenwände nun ebenfalls zum Reissen, und die Zeit, in welcher dieser Riss vollendet war, bedingte dann bei der Geschwindigkeit des Kessels die Höhe, bis zu welcher derselbe stieg, ehe beide Theile nach entgegengesetzten Seiten geschleudert wurden. Die Ausbiegung des Bodens dient nur zur Begünstigung der Annahme, dass die Festigkeit desselben durch Glühhitze sehr vermindert worden sei.

In dieser Erklärung wurde die Explosion zunächst aus der verminderten Festigkeit der trocken gelegten glühenden Stellen der Heizfläche abgeleitet. Offenbar würde das Glühen der Heizfläche in Folge einer zu grossen Ansammlung von Pfannenstein oder anderer Unreinigkeiten ähnliche Unfälle herbeiführen können, ohne dass man ein Zerreißen der nur wenig Widerstand leistenden Kruste durch die stärkere Ausdehnung des Metalls anzunehmen braucht. Uebrigens würde bei einem gusseisernen Kessel das Zerreißen der Kruste wegen der plötzlichen Abkühlung des spröden Metalls durch das verhältnissmässig kältere Wasser leicht augenblicklich ein Zerspringen der betreffenden Stellen zur Folge haben. Auch hat das anhaltende Glühen der von Unreinigkeiten bedeckten Stellen noch den Nachtheil, dass dieselben durch Oxydation bald zerstört werden. So erwähnt Arago, dass ein zum Heizen bestimmter Kessel an der Stelle ein

Loch bekam, wo die Arbeiter aus Versehen einen Fetzen hatten liegen lassen.

II. Vermehrung der Dampferzeugung. Man hat zur Erklärung der bei gutem Zustande der Ventile sich ereignenden Explosionen angenommen, dass die Berührung des Wassers mit den früher von Pfannenstein bedeckten glühenden Stellen der Heizfläche eine so starke Dampfentwicklung bedingen könne, dass die Ventilöffnung nicht mehr zum Ausströmen des Dampfes hinreiche, und nun der Kessel durch die vermehrte Spannung zum Springen gebracht werde. Gegen diese Ansicht bemerkt indess Jaquemet, dass die durch das (nur schuppenweise erfolgende) Ablösen des Pfannensteins dem Wasser zugänglich gewordenen Stellen der Heizfläche immer nur einen kleinen Theil der letzteren ausmachen können, dass ferner die Wärme des glühenden Metalls nicht bloss zur Vermehrung der Dämpfe, sondern auch zur Temperaturerhöhung der Flüssigkeit diene, und endlich, dass, wenn auch die gesammte Heizfläche mit einer mittleren Temperatur von 500° C. plötzlich mit dem Wasser in Berührung gesetzt und der Temperaturüberschuss des Metalls bloss zur Bildung von Dampf verwandt würde, zum Ausströmen dieses Dampfes bei einem Druck von 5 Atm. und der in Frankreich vorgeschriebenen Weite der Ventilöffnungen doch nur 13 Sekunden erforderlich sein würden, während dagegen nach seinen Versuchen eine bis zur Rothgluth erhitzte Metallplatte von doppelter Dicke der Kesselwand in kaltes Wasser geworfen 30 bis 40 Sekunden gebraucht, um bis auf 100° C. abzukühlen. Setzen wir, um aus diesen Angaben Jaquemet's den ungefähren Effect nach einer bestimmten Zeit zu berechnen, die sehr kleinen Zunahmen (dz) der Abkühlungszeiten (z) direkt proportional den Temperaturabnahmen ($-du$) und umgekehrt den Temperaturüberschüssen (u); so ist

$$dz = \frac{a}{u} du,$$

$$\text{also } z = a \log u + \text{Const.}$$

$$\text{oder } \frac{z - z'}{z'' - z'''} = \frac{\log \frac{u}{u'}}{\log \frac{u''}{u'''}}$$

Hierin $z'' - z''' = 30$ Sekunden, $\frac{u''}{u'''} = \frac{640}{100 - 20}$ (640° C. nach den neueren Untersuchungen von Brix als die ungefähre Temperatur der Rothgluth und 20° C. als die Temperatur des Wassers angenommen)

und $\frac{u}{u'} = \frac{13}{12}$ gesetzt, gibt $z - z' = 1,15$ Sekunden, so dass das Metall in 1,15 Sekunden eben so viel Wärme an das Wasser abgeben würde, als (unter der Voraussetzung, dass die ausströmende Dampfmenge der Zeit proportional sei) zur Bildung des in Einer Sekunde ausströmenden Dampfes erforderlich wäre, mithin nicht einmal in der ersten Sekunde eine Vermehrung der Spannung eintreten würde.

Häufig ereignen sich die Explosionen unmittelbar nachdem durch Entweichen von Dampf die Spannung im Kessel plötzlich vermindert wurde. So war Gensoul bei einer Explosion in Lyon zugegen, welche erfolgte, als man eben einen grossen Entladungshahn geöffnet hatte, aus welchem der Dampf mit Schnelligkeit zu entweichen anfang,

Einige Augenblicke bevor der gusseiserne für mittleren Druck bestimmte Kessel einer Seidenspinnerei zu Esonne am 3. Febr. 1823 zersprang, ging die Maschine, welche er mit Dampf versah, langsamer als gewöhnlich, und zwar in dem Grade, dass die Arbeiter sich darüber beklagten. Als die Explosion geschah, öffneten sich die beiden Ventile, und der Dampf strömte mit Macht heraus. Offenbar war die plötzliche Verlangsamung des Ganges der Maschine ein Zeichen, dass sich die Spannung durch Entweichen von Dampf vermindert hatte.

Am Tage der Explosion des Dampfboots le Rapide hatte das Manometer oft eine Elasticität des Dampfes angezeigt, die den atmosphärischen Druck um eine Quecksilbersäule von 30 Centimeter überstieg. Einige Augenblicke vor dem Ereigniss stand das Manometer auf 15 Centimeter.

Der Kessel des Dampfboots the Graham explodirte in dem Augenblick, wo man ein Gewicht von 20 Pfunden vom Ventil abgehoben hatte.

Beim Eingange in die Zinngrube Polgooth befand sich eine ungeheure Dampfmaschine mit drei getrennten Kesseln. Während die Maschine angehalten wurde explodirte einer von den Kesseln. Obgleich nun hierdurch dem Dampf der beiden anderen Kessel ein Ausweg gegeben wurde, so war kaum die Explosion des einen Kessels verhallt, als sich schon die eines zweiten hörbar machte.

Bei der Explosion des Dampfboots Grampus in den vereinigten Staaten platzten 6 Kessel, welche die Maschine speisten, auf einmal.

Diese paradoxen Erscheinungen wurden von Perkins, indem er zuerst auf die nachtheiligen Folgen eines zu niedrigen Wasserstandes aufmerksam machte, in folgender Weise erklärt.

Da die Spannung des Dampfes niemals grösser sein kann, als diejenige, welche ein gesättigter Dampf von der Temperatur des Wassers haben würde, so nimmt Perkins an, dass bei einem zu niedrigen Wasserstand durch das Glühen der oberen Wände des Kessels zwar der Dampf eine sehr hohe Temperatur erlangen, aber die Spannung desselben nicht gesteigert werden kann. Wird nun das ungeachtet des stark erhitzten Dampfes noch immer geschlossene Ventil geöffnet, oder der Ausfluss des Dampfes auf irgend eine andere Weise vermehrt, so entsteht in Folge des plötzlich verminderten Drucks im Innern der Flüssigkeit eine stürmische Entwicklung von Wassergas, welche nach allen Richtungen Wassertropfen durch den glühenden Dampf schleudert. Indem diese Wassertropfen einen Theil der Wärme des Dampfes absorbiren, wird nun nach Perkin's Meinung in sehr kurzer Zeit eine Menge Dampf von hoher Temperatur gebildet, welcher nun den über dem Wasser befindlichen Raum im Maximum oder nahe im Maximum erfüllt, und so eine hinreichende Elasticität besitzt, um den ohnehin durch die Glühhitze geschwächten Kessel zu sprengen.

Diese Theorie, welche das erste Licht über die betreffende Klasse von Explosionen verbreitete, bedarf indess noch der näherern Vervollständigung und Berichtigung.

Allerdings kann die Spannung des überhitzten Dampfes keine andere sein, als die eines gesättigten Dampfes von der Temperatur der Flüssigkeit. Aber die Temperatur der Flüssigkeit ist nicht, wie

Perkins anzunehmen scheint, das ursprünglich Gegebene, sondern dieselbe wird dadurch bedingt, dass sie sich jedesmal derjenigen Temperatur nähern muss, bei welcher die entsprechende Spannung je nach der Grösse der Ausflussöffnung, der Stärke des entgegenstehenden äusseren Drucks und der Dichtigkeit des Dampfes fähig ist, eine eben so grosse Gewichtsmenge des letzteren auszustossen, als durch die der Flüssigkeit zuströmende Wärmemenge gebildet wird. Da sich nun die Gewichtsmengen ausströmender Flüssigkeiten nach einem hydrodynamischen Gesetze verhalten wie die Quadratwurzeln aus den Produkten ihrer specifischen Gewichte in die das Ausströmen bewirkenden Drucke, so bedarf die Behauptung, dass mit der Ueberhitzung des Dampfes keine Steigerung der Spannung verbunden sei, jedenfalls einer näheren Untersuchung.

Setzen wir, um das Maximum des Effekts zu berechnen, dass der überhitzte Dampf die ganze der Flüssigkeit durch einen zu niedrigen Wasserstand entzogene Wärmemenge aufgenommen habe (indem wir die in Folge der höheren Temperatur der Kesselwände eintretende Vermehrung des Wärmeverlustes durch äussere Abkühlung so wie die Verminderung des Wärmezufusses aus dem Feuer-raum vernachlässigen), so ist, wenn diese Wärmemenge $\frac{1}{n}$ der der Flüssigkeit bei normalem Wasserstande zufließenden Wärmemenge beträgt, und die Temperatur der Flüssigkeit durch t , die latente Wärme gesättigten Dampfes von 100° C, durch l , der Ausdehnungscoefficient der Gase durch α , die specifische Wärme des erhitzten Dampfes durch c und die Spannung bei nicht überhitztem Dampf durch S , bei überhitztem Dampf durch S' bezeichnet wird, die Temperatur des überhitzten Dampfes (wenn wir die auf das Resultat der Rechnung wenig influirende Temperaturänderung der Flüssigkeit unberücksichtigt lassen), da jetzt in derselben Zeit nur $\frac{n-1}{n}$ der früheren Dampfmenge entwickelt wird:

$$t + \frac{100 + l - t}{c(n-1)},$$

also das specifische Gewicht desselben

$$\frac{S'}{1 + t\alpha + \frac{100 + l - t}{c(n-1)}\alpha}$$

während das specifische Gewicht gesättigten Dampfes von der Temperatur der Flüssigkeit ist

$$\frac{S}{1 + t\alpha}$$

Nehmen wir nun an, dass (etwa in Folge des Widerstandes der in Bewegung zu setzenden Maschine) sich stets derselbe äussere Druck a dem Ausströmen des Dampfes entgegen setze, so sind die das Ausströmen bewirkenden Drucke respective $S' - a$ und $S - a$, und wir haben nach dem vorhin angeführten Gesetz

$$\sqrt{(S' - a)} \frac{S'}{1 + t\alpha + \frac{100 + l - t}{c(n-1)}\alpha} : \sqrt{(S - a)} \frac{S}{1 + t\alpha} = n - 1 : n$$

$$\text{und daraus } \frac{S'(S' - a)}{S(S - a)} = \frac{(n-1) \left\{ n - 1 + \frac{100 + (l-t)\alpha}{c(1+t\alpha)} \right\}}{n^2}$$

Setzen wir mit Dulong $c = \frac{1}{2}$, nach den neueren Bestimmungen Regnault's $\alpha = 0,00366$, und nach Brix $t = 540^\circ \text{C.}$, so ist also, wenn wir, um einen bestimmten Fall zu wählen, $t = 140^\circ \text{C.}$ annehmen

$$\frac{S'(S'-a)}{S(S-a)} = \frac{(n-1)(n-1+2,42)}{n^2}$$

Dieser Ausdruck erreicht sein Maximum für $n = 6,76$, und hat für
 $n = \infty; = 11; = 6,76; = 3,38; = 3; = 2; = 1$
 respective die Werthe

$$\frac{S'(S'-a)}{S(S-a)} = 1; 1,026; = 1,031; = 1; = 0,98; = 0,85; = 0,$$

während die entsprechenden Temperaturen des Dampfes sein würden:

$$140; 240; 314; 560; 640; 1140; \infty^\circ \text{C.};$$

so dass also selbst unter den gemachten Voraussetzungen niemals eine merkliche Steigerung, wohl aber bei fortwährend vermindertem Wasserstand zuletzt eine beträchtliche Abnahme der Spannung eintreten wird, und somit der Perkins'schen Behauptung, dass eine sehr hohe Temperatur des Dampfes selbst bei schwacher Spannung bestehen könne, Nichts entgegensteht.

Weniger genügend ist dagegen, wie Dulong gezeigt hat, die Annahme, dass durch Verdampfung des in den heissen Dampf gespritzten Wassers eine Vermehrung der Spannung entstehe.

Bezeichnen wir die Temperatur der Flüssigkeit durch τ , die Temperatur des erhitzten Dampfes durch T , die Temperatur des Dampfes, nachdem eine gewisse Menge des eingespritzten Wassers sich in Gas verwandelt hat, durch t , den Ausdehnungscoefficienten der Gase durch α , die spezifische Wärme des Wasserdampfes durch c , und nehmen zur Wärmeeinheit diejenige Wärmemenge, welche eine Gewichtseinheit Wasser um 1° erhöhen würde, so beträgt der Ueberschuss der Wärmemenge, welche in einer Gewichtseinheit des Dampfes enthalten ist, über die in einem gleichen Gewicht der Flüssigkeit enthaltene Wärmemenge (die latente Wärme des Wasserdampfes wie vorhin angenommen) bei der ursprünglichen Temperatur T

$$640 - \tau + c(T - \tau),$$

bei der nachherigen Temperatur t

$$640 - \tau + c(t - \tau).$$

Da nun der Wärmeüberschuss des gesammten Dampfes in beiden Fällen derselbe ist; so ist durch die Verdampfung das Gewicht und dadurch die Spannung des Dampfes in dem Verhältniss von

$$640 - \tau + c(t - \tau) : 640 - \tau + c(T - \tau)$$

vermehrt worden. Gleichzeitig hat sich aber auch durch die Temperatur-Erniedrigung von T auf t die Spannung in dem Verhältniss

$$\frac{1}{\alpha} + T : \frac{1}{\alpha} + t$$

vermindert, so dass, wenn wir durch S die ursprüngliche Spannung bezeichnen, die neue Spannung (S') ist

$$S' = \frac{\frac{1}{\alpha} + t}{\frac{1}{\alpha} + T} \cdot \frac{640 - \tau + c(T - \tau)}{640 - \tau + c(t - \tau)} S = \frac{\frac{1}{\alpha} + t}{640 - \tau + c(t - \tau)} \cdot \frac{640 - \tau + c(T - \tau)}{\frac{1}{\alpha} + T} S.$$

In der letztern Form dieses Ausdrucks ist, bei gegebenem T und τ ,

nur der Faktor $\frac{1}{\frac{1}{\alpha} + t}$ mit t veränderlich.

Setzen wir $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0.00366} = 273$, und für c den von Dulong angenommenen Werth ($\frac{1}{2}$), so wird dieser Faktor

$$\frac{273 + t}{640 - \tau + \frac{1}{2}(t - \tau)}$$

Ist τ gleich $335\frac{1}{2}^{\circ}$ C., so hat derselbe für jedes beliebige t den constanten Werth 2, und da $S' = S$ wenn $t = T$, so ist in diesem Falle für jedes t die neue Spannung gleich der ursprünglichen. Ist aber τ kleiner als $335\frac{1}{2}^{\circ}$ C., so wächst der Faktor, wenn t von $-(640 - \frac{1}{2}\tau)$, was jetzt kleiner als -273 ist, bis zu $+\infty$ übergeht, von $-\infty$ bis zu 2, und da t nothwendig kleiner ist, als T , für $t = T$ aber $S' = S$ ist, so kann durch Verdampfung des eingespritzten Wassers die Spannung nur vermindert werden. Nur dann, wenn τ grösser wäre als $335\frac{1}{2}^{\circ}$ C., mithin der vorstehende Faktor, wenn t von $-(640 - \frac{1}{2}\tau)$ bis zu $+\infty$ übergeht, von $+\infty$ bis 2 abnimmt, würde die neue Spannung die ursprüngliche übertreffen, ein Fall aber, der wegen der mit $335\frac{1}{2}^{\circ}$ C. verbundenen ungeheuren Spannung nie eintreten kann.

Ist t gleich τ , d. h. ist die Menge des verdampften Wassers so gross, dass die Temperatur des überhitzten Dampfes auf die Temperatur der Flüssigkeit herab gebracht wird, so erhält man die Formel, welche Dulong (Ann. de chim. et de phys. T. 48. p. 387. Pogg. Ann. Bd. 25. p. 596. Dove's Repertorium Bd. 1. p. 65) entwickelte, und für welche derselbe ($\frac{1}{2} = 267$ und die latente Wärme des Dampfes gleich 550° C. genommen), wenn die Temperatur der Flüssigkeit 144° C. ist und

$$T = 200; = 300; = 400; = 500; = 1000; = 1500; = 2000;$$

$$\frac{S'}{S} = 0,929; = 0,838; = 0,773; = 0,732; = 0,601; = 0,551; = 0,514$$

findet, woraus man sieht, dass die Abnahme der Spannung um so beträchtlicher ist, je höher die Temperatur des erhitzten Dampfes war.

Auf jeden Fall von der in dem erhitzten Dampf enthaltenen geringen Wärmemenge nur eine unbedeutende Wirkung erwartend, hat man denn auch bald die Perkins'sche Theorie dahin modificirt, dass das plötzliche Entweichen von Dampf durch die damit verbundene Spannungsverminderung eine schaumartige Erhebung des Wassers (wie beim Oeffnen einer moussirenden Flüssigkeit enthaltende Flasche) und dadurch eine sehr starke Dampfentwicklung auf Kosten des Temperaturüberschusses der glühenden Kesselwände verursache. Diese Ansicht ist dann von Dulong noch in so fern vervollständigt worden, als derselbe in den Fällen, in welchen das etwa durch momentanes Oeffnen des Ventils ausgelassene Dampfvolument zu klein sein möchte, um eine solche Erhebung des Wassers zu bewirken, annimmt, dass zunächst durch eingespritztes Wasser die Spannung des Dampfes aufs Neue vermindert, und nun erst in Folge dieser zweiten beträchtlicheren Spannungsverminderung das Wasser in Masse gehoben werde.

Gegen diese Modification der Perkins'schen Theorie hat man eingewandt, dass Wasser auf glühendem Metall nach dem Leidenfrost'schen Versuch nur wenig verdampfe. Diese geringe Verdampfung zeigt sich indess nur, wenn einzelne Tropfen mit einem glühenden Körper in Berührung gebracht werden, die bei ihrem unbedeutenden absoluten Gewicht und der geringen Adhäsion der Flüssigkeiten zu glühenden Körpern ihre Kugelgestalt nur wenig ändern, und also dem unmittelbaren Uebergang der Wärme nur eine geringe Berührungsfläche darbieten, so dass dieser Einwand wohl die Annahme einer starken Verdampfung der gegen die heissen Wände geworfenen Wassertropfen treffen würde, bei einer Erhebung des Wassers in Masse, wo offenbar eine grosse Berührungsfläche gebildet wird, aber weniger zu berücksichtigen ist.

Wichtiger ist der Einwand Jaquemets, dass auch in diesem Falle, eben so wie bei der in I angenommenen plötzlichen Berührung des Wassers mit der glühenden Heizfläche, selbst dann, wenn die mittlere Erhitzung der Kesselwände 500° C. betragen, und eine vollständige Berührung des Wassers mit der gesammten innern Kesselfläche stattfinden würde, dennoch die Abkühlung des Metalles mehr Zeit gebrauche, als bei der in Frankreich vorgeschriebenen Weite der Ventilöffnungen unter dem anfänglichen Drucke zum Ausströmen des gebildeten Dampfes erforderlich wäre.

Noch müssen wir bemerken, dass Arago mit der Perkins'schen Theorie auch das zuweilen vorkommende Reissen der Seitenwände in horizontaler Linie, welches wir in I zu erklären versuchten, in Verbindung gebracht hat, indem er annimmt, dass durch die schnell auf einander folgende Verminderung und Vermehrung der Spannung der obere Theil der Kesselwände bei der Trägheit des in dem Kessel enthaltenen Wassers um die in der Höhe des Wasserspiegels befindliche Linie wie um ein Charnier gedreht und dadurch an dieser Stelle ein Bruch bewirkt werde.

III. Hemmung des Dampfausflusses. Obgleich es nur eine nothwendige und sehr nahe liegende Consequenz ist, den in I. u. II. erörterten Ursachen eines Missverhältnisses zwischen der Spannung im Kessel und der Festigkeit desselben, die so eben bezeichnete Ursache zuzuzählen, so hat doch erst in der neuesten Zeit Jaquemets, Manufacturist in Bordeaux, in einer ausführlichen Abhandlung (*Mémoire sur la cause des explosions dans les chaudières à vapeur, et les moyens de les prévenir. Paris 1840. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen 1841, Septemb. Oct. Nov. u. Dez.*) auf dieselbe aufmerksam gemacht. Er bemerkte, dass aus einer Oeffnung, welche dem Dampf gegeben wird, wenn dieselbe im Verhältniss zur Heizfläche eine gewisse Grösse, welche noch unter der gewöhnlichen Weite der Ventilöffnungen ist, überschreitet, nach kurzer Zeit mit dem Dampf zugleich Wasser ausströmt, dessen Eintritt in die Oeffnung mit einem deutlich bemerkbaren Stoss begleitet ist. So wie hier das Eintreten des Wassers in die dem Dampf gegebene Oeffnung dadurch bedingt ist, dass durch den Ausfluss des Dampfes die Spannung plötzlich vermindert, und das in Folge dieser Spannungsverminderung ausgespritzte oder als Schaum erhobene Was-

ser durch den Dampfstrom fortgeführt wird, so wird durch eine zufällige Vermehrung des Dampfausflusses beim Gang der Maschine das Wasser ebenfalls in die den Dampf führenden Röhren gebracht werden können, wodurch Jaquemet die zuweilen vorkommende auffallende Verlangsamung des Ganges der Maschine unmittelbar vor der Explosion erklärt. Nehmen wir nun an, dass statt mit Dampf die Ausflussöffnung desselben ganz mit Wasser angefüllt wäre, so wird sich das vorher in einer gewissen Zeit austretende Dampfvolumen zu dem jetzt in gleicher Zeit austretenden Wasservolumen umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzel, aus dem specifischen Gewicht des Dampfes zu der Quadratwurzel des specifischen Gewichts des Wassers, und die innere Spannung wird nahe in demselben Maasse zunehmen, als ob die Oeffnung in dem umgekehrten Verhältniss der specifischen Gewichte verkleinert wäre. Dieses Verhältniss ist bei einem innern Druck von 5 Atm. gleich 20:1, bei einem Druck von 3 Atm. schon gleich 25:1, und da wohl nie die Summe sämtlicher Oeffnungen so gross ist, dass sie ohne Vermehrung der Spannung bei einer solchen Verkleinerung noch eine eben so grosse Dampfmenge durchlassen könnte, als sich an der Heizfläche für gewöhnlich entwickelt, so wird, wenn noch durch Ueberhitzung der Wände eine stärkere Production von Dampf hinzutritt, allerdings in wenigen Secunden die innere Spannung über die Festigkeit des Kessels hinaus gesteigert, und somit die Explosion des Kessels herbeigeführt werden können. Jaquemet berechnet, dass bei einem Druck von 5 Atm., wenn der vom Dampf eingenommene Raum des Kessels 1000 Liter oder das Gewicht dieses Dampfes 2,58 Kilogramm beträgt, und in einer Secunde 2,46 Kilogramm Dampf gebildet werden, die Spannung am Ende der zweiten Sekunde 14 Atm. beträgt, und also, wenn der Kessel nicht mehr als das Dreifache des Drucks, bei welchem er zu arbeiten bestimmt ist, auszuhalten vermag, die Explosion nothwendig im Anfange der dritten Sekunde erfolgen muss.

So genügend diese Erklärung für den Fall einer sehr vermehrten Dampfentwicklung durch Ueberhitzung der Wände ist, so müssen wir doch einen gleichen Effekt bei der gewöhnlichen Weite der Ventile und normaler Dampfentwicklung bezweifeln. Nehmen wir denselben Kessel, welchen Jaquemet bei seinen sonstigen Berechnungen überall zu Grunde legt. In demselben beträgt der vom Dampf eingenommene Raum 1980 Liter, die Heizfläche 11 Quadratmeter, an welcher sich beim stärksten Feuer höchstens 118 Liter Dampf bilden können, und die beiden Ventilöffnungen haben eine solche Weite, dass bei einem inneren Druck von 5 Atm. in einer Secunde 950 Liter Dampf ausströmen würden. Bleiben nun auch die übrigen Oeffnungen verschlossen, so würden, wenn die Ventilöffnungen ganz mit Wasser angefüllt sind, in der ersten Secunde etwas mehr als $\frac{950}{20} = 47\frac{1}{2}$ Liter Wasser ausströmen. Der vom Dampf eingenommene Raum wird daher am Ende der ersten Secunde 1980 + 47 $\frac{1}{2}$ Liter betragen, und da in dieser Secunde 118 Liter Dampf von der Dichtigkeit des vorigen hinzugekommen sind, so würde die Spannung am Ende der ersten Secunde sein $\frac{1980 + 118}{1980 + 47\frac{1}{2}} \times 5$ Atm. Bei

dieser Spannung würden in der zweiten Secunde etwas mehr als $47\frac{1}{2}$ Liter Wasser ausfliessen. Vernachlässigen wir aber, um das Maximum der Wirkung zu erhalten, die geringe Vermehrung der ausströmenden Wassermenge und die bei dem stärkeren Druck erfolgende Condensirung eines Theils der Dämpfe, und nehmen an, dass die Ventilöffnungen immer vom Wasser erfüllt bleiben, so würde in n Secunden die Spannung $\frac{1980 + 118n}{1980 + 47\frac{1}{2}n} \times 5$ Atm. betragen, mithin erst in 86 Secunden auf 10 Atm., das Doppelte des früheren Drucks, steigen können. Da aber in 86 Secunden wenigstens $86 \times 47\frac{1}{2} = 4085$ Liter Wasser ausströmen würden, der Kessel dagegen nach Jaquemets nur 1700—1800 Liter Wasser enthalten wird, so ergibt sich, dass selbst unter den gemachten Voraussetzungen die Spannung nicht auf das Doppelte gesteigert werden kann. Offenbar wird aber der Effekt in der Wirklichkeit noch weit geringer sein, da das Volumen des ausströmenden Gemisches von Wasser und Dampf wegen seines geringeren specifischen Gewichts nothwendig grösser ist, als wir angenommen haben, und die Bildung neuen Schaumes aufhören muss, sobald die Spannung grösser wird, als die zur Temperatur der Flüssigkeit gehörige.

Eine ähnliche Betrachtung mag daher auch wohl Jaquemets bewogen haben, im Verlauf seiner übrigens sehr wichtigen Abhandlung auf diese Ursache weniger Gewicht zu legen, und als die eigentliche Ursache der Explosionen diejenige aufzustellen, welche wir im folgenden Abschnitt berühren werden.

IV. Ursachen der Explosionen, welche nicht auf einem Missverhältniss zwischen der Festigkeit des Kessels und der inneren Spannung beruhen. Wenn wir auch die ebenso schwierige als im Interesse der Menschlichkeit und der Wissenschaft dringend geforderte Untersuchung der Ursachen der Explosionen der Dampfkessel durch das Bisherige keinesweges als abgeschlossen betrachten können, so scheinen uns dagegen die in diesen Abschnitt gehörigen, bis jetzt bekannt gewordenen Theorien noch wenig geeignet, das Fehlende zu ergänzen.

Die älteste dieser Theorien ist wohl die in der neuesten Zeit von Jabeau (Verhandlungen des Gewerbevereins in Preussen, März und April-Heft 1842) wieder angeregte, nach welcher die Wände eines eisernen Kessels in glühendem Zustande sich auf Kosten des Wassers oxydiren, dadurch Wasserstoff entwickelt wird, und dieser mit Sauerstoff gemengt, ein explosives Gasgemenge im Kessel bildet, welches sich dann auf irgend eine Weise, z. B. durch die beim Ausströmen von Dampf entstehenden elektrischen Funken, entzündet. Will man auch annehmen, dass auf diese Weise in kurzer Zeit eine hinreichende Menge Wasserstoffgas gebildet werden könne, so scheint uns dagegen der mögliche Eintritt der nöthigen Sauerstoffmenge in den Kessel bis jetzt noch nicht genügend nachgewiesen zu sein. Jabeau nimmt an, dass unter Umständen die Pumpe, welche das Wasser in den Kessel bringt, zu einer wahren Luftpumpe werden kann. Setzen wir auch diesen äussersten Fall, so wird für einen Kubikfuss Wasser doch höchstens ein Kubikfuss atm. Luft (von gewöhnlicher

Dichtigkeit genommen) in den Kessel gepumpt werden können. Das Gewicht des Sauerstoffs beträgt darin 0,23 des Ganzen, und das sp. Gew. der Luft gegen Wasser ist $\frac{1}{770}$. Da nun, während ein Kubikfuss Luft oder Wasser in den Kessel gepumpt wird, doch auch unter gewöhnlichen Umständen ein Kubikfuss Wasser im Kessel verdampft; so wird das Gewicht des Sauerstoffs nur $\frac{0,23}{770} = 0,0003$ des Gewichts der im Kessel befindlichen Gase betragen, eine Quantität, welche, auch wenn man annimmt, dass durch einen zu niedrigen Wasserstand die Verdampfung bedeutend abgenommen habe, doch jedenfalls viel zu gering ist, um eine Explosion zu bewirken, da schon ein Gasmenge, welches etwa $\frac{1}{10}$ des Volumens an Knallluft enthält, nicht mehr in den Eudiometer-Röhren durch den elektrischen Funken explodirt. Ganz anders ist der von Jabeau erzählte Fall, dass ein glühend gewordener, Wasser enthaltender Kessel explodirte, als man nach dem Erkalten das Mannloch öffnete, und durch dieses ein Licht in den Kessel brachte. Hier hatte das Wasserstoffgas, nicht mehr durch den Dampfstrom beständig fortgeführt, Gelegenheit gehabt, vielleicht den ganzen Kessel anzufüllen, und kein Wunder, dass es alsdann mit der durch das Mannloch einströmenden atm. Luft ein sehr heftig explodirendes Gasmenge bildete.

Gensoul, welcher bei der Explosion des Kessels in Lyon, die durch das Oeffnen eines grossen Entladungshahnes veranlasst wurde, zugegen war, gibt für diese Art der Explosionen folgende Erklärung. Wenn ein Metallrohr eine stark comprimirte Flüssigkeit enthält, so ist ein schwacher trockener Schlag auf seine Wände hinreichend, dasselbe zu zertrümmern, auch wenn eine sehr starke allmähliche Vermehrung des Drucks nicht diese Wirkung haben würde. Diese Thatsache auf die Dampfkessel anwendend, nimmt Gensoul an, dass die augenblickliche Rückwirkung, welche ein Kessel an einer Stelle erleidet, wenn der Dampf an der entgegengesetzten Stelle plötzlich entweicht, einem solchen Stosse oder Schläge gleich zu setzen sei, und bei dem zusammengedrückten Zustande der Dämpfe wohl eine Explosion bewirken könne. Aber eines Theils ist die Thatsache, auf welche sich Gensoul stützt, nur für den Fall bekannt, dass das Gefäss mit einer tropfbaren comprimierten Flüssigkeit gefüllt ist, und andern Theils ist die Rückwirkung, welche Gensoul dem Schläge gleich setzt, nicht eine neu hinzutretende Kraft, sondern ein schon vorher vorhandener Druck, welcher nur dadurch besonders hervortritt, dass er nicht mehr durch den entgegengesetzten Druck aufgehoben wird. Jedenfalls würde durch diese Theorie die eigentliche Erklärung nur weiter hinaus geschoben sein.

Einen wirklichen Stoss erhält der Kessel nach Jaquemets, wenn der Ausfluss des Dampfes plötzlich durch den Eintritt des Wassers in die Ausflussöffnung gehemmt wird. Da nämlich durch diesen Eintritt des Wassers der im Kessel sich gegen die Ausflussöffnung bewegend Strom von Dampf, Schaum und Wasser plötzlich gehemmt wird, so muss derselbe, ähnlich wie das Schliessen des Ventils beim Stossgeber, einen eben so plötzlichen Druck (Stoss) gegen die innere Kesselfläche zur Folge haben, welcher sich gegen verschiedene Theile derselben in ungleicher Stärke äussert. Dieser nothwendig erfol-

gende Stoss, welchen Jaquemé für identisch mit demjenigen hält, welchen er bei seinen Versuchen fast jedesmal wahrnahm, wenn das Wasser in die dem Dampf gegebene Oeffnung trat, ist nach ihm die eigentliche Ursache derjenigen Explosionen, welche unmittelbar auf eine Verminderung der inneren Spannung erfolgen, und er scheint nicht ungeneigt zu sein, der ungleichen Stärke dieses Drucks gegen verschiedene Stellen der Kesselwand das zuweilen vorkommende Reissen derselben in horizontaler Linie zuzuschreiben. Wir haben gegen diese an und für sich ganz richtige Deduction Nichts weiter einzuwenden, als dass der durch Rechnung (mit welcher Jaquemé sonst nicht so sehr sparsam ist) oder Versuche zu führende Nachweis fehlt, dass dieser Stoss wirklich die hinreichende Stärke haben kann, um einen in guten Zustande befindlichen Kessel zu sprengen.

In der neuesten Zeit ist von Bresson (Moniteur industriel Jan. 1842. Dinger's Polytechnisches Journal B. 84) noch folgende Theorie Boutigny's veröffentlicht worden. In Folge des Leidenfrost'schen Versuchs, welchen Boutigny mit mehreren Flüssigkeiten, namentlich mit schwefliger Säure in einem weissglühenden Platintiegel wiederholt hat, glaubt sich derselbe zur Annahme eines 4ten Aggregatzustandes berechtigt, bei welchem sich die Wärme des betreffenden Körpers nicht mit der Umgebung ins Gleichgewicht setze, und welcher, wenn die Abkühlung der Umgebung das Fortbestehen dieses Aggregatzustandes unmöglich mache, jedesmal mit einer Explosion ende. Wird nun ein Theil des Kessels durch Ueberhitzung auf die Temperatur gebracht, welche diesen 4ten Aggregatzustand bedingt, und dann vom Wasser berührt, so ist die Verdampfung sehr gering, woraus Boutigny die der Explosion vorhergehende Abnahme der Spannung ableitet. So wie aber die Temperatur des Kessels wieder so weit abgenommen hat, dass dieser Aggregatzustand nicht mehr bestehen kann, entsteht eine plötzliche, explosionsartige Verdampfung, welche dann den Kessel sprengt. Wir glauben einer Kritik dieser unwissenschaftlichen Auffassung überhoben zu sein, und erinnern nur an das, was in II. über den Leidenfrost'schen Versuch, und in I. und II. über den Effekt der Verdampfung des Wassers auf Kosten der Wärme des glühenden Metalls gesagt wurde.

Noch müssen wir erwähnen, dass zuweilen ein Eindringen des Kessels von aussen nach innen vorkommen soll, was Arago theils einer plötzlichen Condensirung des Dampfes im Kessel durch Einspritzen von kaltem Wasser bei einem niedrigen Wasserstand, theils einer Verpuffung der brennbaren, mit atmosphärischer Luft gemischten Gase im Feuerraum zuschreibt. Wir wollen nicht bestreiten, dass bei Kesseln von niederem Druck, wenn die Wände sehr dünn und ausserdem durch Glühhitze geschwächt sind, eine plötzliche Condensirung des eingeschlossenen Dampfes wohl eine solche Wirkung haben könne; aber einer Verpuffung im Feuerraum möchten wir sie darum nicht zuschreiben, weil unseres Wissens niemals eine Zertümmerung eines Stubenofens durch innere Explosion vorgekommen ist, obgleich die brennenden Gase oft durch vielfach gewundene Züge geleitet werden, und die Wände eines solchen Ofens offenbar nur einen schwachen Widerstand leisten.

Rr.

Extract. Mit diesem Worte bezeichnen die Pharmaceuten die bis zur Syrupconsistenz eingedampften wässerigen Auszüge aus trocknen Pflanzen oder ausgepressten Säfte frischer Kräuter. M.

Extractivstoff. Einer von den Ausdrücken, hinter denen sich die Unkunde des vorliegenden Körpers verbirgt. Die Untersuchung solcher Extractivstoffe, die sich meistens durch Löslichkeit in Wasser oder verdünntem Weingeist, durch bitteren Geschmack und braune Farbe characterisiren, würde, wenn sie ein Resultat ergäbe, den grössten Dank verdienen. M.

Extractivstoff (bitterer), soviel als Bitterstoff.

Extractivstoff (kratzender), soviel als Saponin,

