

Kupferoxydul gefärbtes rothes Glas, welches ein ziemlich homogen rothes Licht mit Leichtigkeit durchlässt, für blaues Licht so gut wie undurchsichtig ist; daher auch die Erscheinung, dass wenn man ein Sonnenspectrum mit einem farbigen Glase betrachtet, gewisse Farben sichtbar sind und andere wiederum nicht. Ueber die Ursache der Durchsichtigkeit können wir uns hier nicht verbreiten, da sie innig mit der Theorie der Licht-Absorption zusammenhängt, die in einen blofs dem chemischen Theil der Physik gewidmeten Werke keinen Platz finden kann. P.

Dysluit ist wahrscheinlich nichts als eine Abänderung von Franklinit, dessen Bestandtheile, Thonerde, Eisenoxyd und Oxydul, Manganoxydul und Zinkoxyd, sich darin finden. R.

Dyslysin s. Galle.

Dysodyl s. Bergfleisch Bd. I. S. 753.

E.

Eau de Javelle s. Bleichflüssigkeit Thl. I. S. 862.

Eau de Luce s. Bernsteinöl Thl. I. S. 758.

Ebenholz. Der Stamm von *Diospyros Ebenum* (Fam. *Styraceae*), dessen Heimath Ceylon, Madagascar ist, enthält einen Kern, der glänzend und schwarz ist, dabei äufserst dicht, hart und schwerer als Wasser. Dieses sogenannte Ebenholz hat einen beifsenden Geschmack, verbreitet angezündet einen balsamischen Geruch und man schrieb ihm gleiche Wirkung wie dem Guajakholze zu. Seine Eigenschaften geben ihm einen hohen Werth zu feineren Holzarbeiten. Nach der Analyse von Petersen und Schoedler enthalten 100 Thle. bei 100° getrocknetes Ebenholz: C 49,838, H 5,352, O 44,810. S.

Eblanin, Eblanit, Pyroxanthin, gelber, krystallisirbarer, in dem rohen Holzgeist enthaltener, zuerst von Paph beobachteter, von Scanlan beschriebener, von Apjohn und Gregory näher untersuchter Farbstoff¹⁾.

Formel: $C_{21}H_{18}O_4$

Zusammensetzung (Apjohn und Gregory):

		in 100 Thln.
21 At. Kohlenstoff	1592,93	. . . 15,67
18 » Wasserstoff	112,32	. . . 5,33
4 » Sauerstoff	400,00	. . . 19,00
<hr/>		
1 At. Eblanin =	2105,25	. . . 100,00

¹⁾ Erdm. Journ. XIII 70.

Nach Paph erhält man diese Substanz durch Erhitzen des durch Kalkhydrat in rohem Holzgeiste entstehenden Niederschlages als ein gelbes Gas, welches sich in Krystallen beim Erkalten condensirt; nach Gregory's Vorschrift wird sie folgendermaßen dargestellt. Man destillirt $\frac{1}{6}$ des rohen Holzgeistes ab, sättigt das gelbe Destillat mit kleinen Mengen nassem Kalkhydrat, destillirt von dem entstehenden Niederschlage den Holzspiritus im Wasserbade ab, behandelt den braunen Rückstand, der aus Harzkalk, essigsauerm Kalk, Kalkhydrat und dem Farbstoffe besteht, mit verdünnter Salzsäure, hierauf mit Alkohol in kleinen Mengen, wodurch zuerst das Harz und alsdann namentlich beim Kochen der Farbstoff gelöst wird. Beim Erkalten und Abdestilliren krystallisirt unreines Eblanin, was man durch wiederholte Lösung völlig von Harz befreit. Es ist geruchlos, gelb, krystallisirt in langen, glänzenden gelben Nadeln, schmilzt bei 144° und erstarrt zu einer krystallinischen Masse, zersetzt sich beim Erhitzen in einer verschlossenen Röhre, in einem Luftstrome beginnt es aber schon bei 134° zu sublimiren. Es ist unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, Aether und Essigsäure; aus der Lösung in den beiden ersten Flüssigkeiten kann es krystallisirt erhalten werden, Wasser schlägt es daraus in gelben Flocken nieder. Kalilauge und Ammoniak nehmen selbst in der Wärme nur wenig davon auf, von Schwefelsäure und concentrirter Salzsäure wird es zu einer purpurrothen Flüssigkeit gelöst. Wird sogleich Wasser zugesetzt, so scheidet es sich unverändert ab, bei längerem Stehen scheiden sich aber unter allmäliger vollständiger Zersetzung des Eblanins schwarze Flocken ab. Farblose Salpetersäure löst es ohne Gasentwicklung, Wasser scheidet aus dieser Lösung einen braungelben Körper ab, der obenauf schwimmt, Salpetersäure chemisch gebunden enthält, trocken erhitzt unter Entwicklung rother Dämpfe detonirt, mit Kali sich verbindet und davon durch Essigsäure nicht abgeschieden werden kann. Rauchende Salpetersäure zersetzt das Eblanin in Oxalsäure und in den verpuffenden Körper. Chlor greift es bei 80° an unter Bildung von Salzsäure und einem braunen Körper.

Die Benennung Eblanin ist von dem lateinischen Namen Edinburgs, Eblana, dem Wohnorte Scanlan's, die Benennung Pyroxanthin, von $\pi\upsilon\epsilon$, Feuer, und $\xi\alpha\upsilon\theta\omicron\varsigma$, gelb, abgeleitet. V.

Ebur ustum nigrum s. Beinschwarz Th.I. S. 712.

Ecclegma. Mit diesem Namen bezeichnet man eine eigenthümliche Arzneiform, wenn nämlich das Heilmittel in Syrup oder in Honig aufgenommen und in kleinen Gaben gereicht wird. Ausdrücke, die dasselbe bezeichnen, sind: Lecksaft, Linctus, Säftchen. S.

Echiniten, in der Sprache des Volks »Krötensteine« genannt, sind fossile Reste von Strahlenthiere (Radiarien). Sie zeigen sich als mehr oder weniger rundliche, zuweilen ei- oder herzförmige Körper, welche mit 5 symmetrisch vertheilten Furchen oder Doppelnähten (Fühlergängen) versehen sind, die von einem Punkte strahlenförmig auslaufen, und in einem zweiten, dem erstern meist gegenüberliegenden Punkte, wieder zusammenkommen. An beiden Seiten einer solchen Naht sind Reihen von Vertiefungen oder warzenförmigen Erhöhungen, welche die Stellen bezeichnen, wo verschiedenartig gestaltete Stacheln am Körper des Thieres befestigt waren. Diese Stacheln sind meist abgebrochen,

und kommen ebenfalls versteinert vor (Judensteine). Einer jener centralen Punkte wird durch die Mundöffnung des Thieres repräsentirt. Die Afteröffnung kann an verschiedenen Stellen liegen. Man hat die Echiniten bisher im Jurakalke, in der Kreide und in der Tertiärformation gefunden. Diejenigen, welche in der Kreide eingeschlossen sind, bestehen gewöhnlich aus Feuersteinmasse. Sehr häufig trifft man solche verkieselte Echiniten auch im aufgeschwemmten Lande (z. B. in vielen Gegenden Norddeutschlands), und es dürfte nicht sehr gewagt seyn anzunehmen, dass sie von Kreidelfelsen herrühren, welche durch die große Geschiebelfluth zerstört wurden.

Th. S.

Eckebergit s. Scapolith.

Edelsteine, heißen diejenigen Mineralien, welche sich durch Härte, Farbe (oder Farbenspiel), Glanz und Durchsichtigkeit, oder doch wenigstens durch einige dieser Eigenschaften vor den übrigen auszeichnen, und deshalb zu Schmucksachen benutzt werden. Scharfe Grenzen sind hierbei nicht aufzustellen. So z. B. rechnen Einige den Turmalin zu den Edelsteinen, Andere nicht. Die vorzüglichsten Edelsteine sind: Diamant, Rubin, Sapphir, Smaragd, Beryll, Topas, Hyacinth, Granat, Amethyst, Opal, Türkis, Lasurstein, Onyx, Carneol, Chrysopras. Th. S.

Edelsteine, künstliche. Die Nachahmung mehrerer Edelsteine durch gefärbte Glasflüsse ist eine sehr alte Kunst. Unter Andern haben schon Kunkel, Orschal und verschiedene ältere französische Chemiker hierzu Vorschriften gegeben. Jedoch erst in der neueren Zeit hat sich diese Kunst, besonders in Deutschland und Frankreich, zu einem höhern Grade von Vollkommenheit ausgebildet, und die Fabrikation der künstlichen Edelsteine ist zu einem nicht unwichtigen Zweige der chemischen Technik geworden. Die gefärbten Glasflüsse, welche die Edelsteine nachahmen sollen, werden auf die Weise erhalten, dass man ein wasserhelles, leichtflüssiges, gepulvertes Glas (Strass) mit verschiedenen färbenden Stoffen, besonders Metalloxyden, zusammenschmilzt. Auf die Bereitung eines guten Strass kommt hierbei sehr viel an, und man hat dazu mehrere Vorschriften. Als Materialien zur Strassbereitung dienen besonders: Kieselerde, Mennige oder Bleiweiß, kohlen-saures (auch Aetz-) Kali oder Salpeter, Borax oder Borsäure, und weißer Arsenik (arsenige Säure). Alle diese Materialien müssen von möglichster Reinheit seyn. Die Kieselerde verschafft man sich am besten durch Glühen, Ablöschen und Pulverisiren des wasserhellen Bergkrystals oder des reinen, weißen Quarzes. Das Pulver wird zuvor mit Salzsäure gekocht, um es von möglichen metallischen Verunreinigungen zu befreien. Anstatt der Mennige hat man auch versucht, Bleiweiß anzuwenden, wobei aber leicht ein nicht ganz blasenfreier Strass erhalten wird, der dann wenigstens nicht als solcher (zur Nachahmung von Diamanten) verschliffen werden kann. Das kohlen-saure Kali muss ganz frei von fremden Salzen, besonders von schwefelsauren, seyn, weil diese eine gelbe Färbung des Glasflusses bewirken. Bei der Anwendung des Salpeters entgeht man diesem Uebelstande. Da einige Boraxsorten beim Schmelzen ein bräunliches Glas geben, so verdient die Anwendung von krystallisirter Borsäure in solchen Fällen den Vorzug. Folgende Mischungen aus diesen Materialien sollen bei der Schmelzung einen vorzüglichen Strass geben. I.) 100

(Gew.) Theile Kieselerde, 136 Thle. Mennige, 25 Thle. kohlen-saures Kali, 9 Thle. Borax, $\frac{1}{3}$ Thl. weißer Arsenik. II.) 75 Thle. Kieselerde, 100 Thle. Mennige, 10 Thle. kohlen-saures Kali III.) 100 Thle. Kieselerde, 156 Thle. Mennige, 55 Thle. Aetzkali, 7 Thle. Borax, $\frac{1}{3}$ Thl. weißer Arsenik. IV.) 112 Thle. Bleioxyd, 16 Thle. Kieselerde, 36 Thle. Borsäure. In allen diesen Mischungen können für jede 2 Thle. kohlen-saures Kali 3 Thle. Salpeter oder $1\frac{1}{3}$ Thle. Aetzkali, für jede 3 Thle. Borax 2 Thle. Borsäure, und vice versa, angewendet werden. Ein Hauptforderniss zur Erhaltung eines fehlerfreien Strass sind gute Tiegel. Die Hessischen verdienen in der Art den Vorzug vor Porzellantiegeln, dass sie nicht so leicht zerspringen und angegriffen werden wie die letzteren; aber freilich enthalten sie zuweilen färbende Bestandtheile. Die Schmelzung kann in Porzellan- oder Töpfer-Ofen, oder in irgend einem gut ziehenden Windofen vorgenommen werden. Die Tiegel müssen gegen 24 Stunden im Feuer bleiben. Erst nach dieser Zeit ist der Strass gehörig dicht und gleichförmig. Diese Eigenschaften muss derselbe besitzen, wenn er zur Nachahmung von Diamanten dienen soll; will man denselben dagegen färben, so kommt auf eine solche Beschaffenheit nicht so viel an, da er nochmals gepulvert, und mit den färbenden Materialien gemengt werden muss. Zu solchen, die Farben der Edelsteine nachahmenden Färbungen des Strass, dienen, unter anderen, folgende Compositionen, welche jedesmal 100 Thln. (dem Gewichte nach) von gepulvertem Strass hinzugefügt werden. Topas: 1) röthlich gelber: 4 Thle. Spießglanglas, $\frac{1}{10}$ Thl. Goldpurpur. Das Spießglanglas muss durchsichtig und schön gelbroth seyn. 2) gelber: 1 Thl. Eisenoxyd. Rubin: Die schönste Rubin-farbe erhält der Strass durch Goldpurpur. Diese Procedur hat aber viel praktische Schwierigkeiten, weil das Glas hierbei oft undurchsichtig wird, oder sich gar Gold ausscheidet. Erhält man undurchsichtiges Glas, so schmelzt man dies von neuem mit z. B. der achtfachen Menge Strass zusammen. Leichter, aber nicht so schön erhält man eine Rubin-farbe durch $2\frac{1}{2}$ Thle. Manganoxyd. Smaragd: $\frac{2}{5}$ Thle. Kupferoxyd, $\frac{1}{30}$ Thl. Chromoxyd. Sapphir: $1\frac{1}{2}$ Thle. Kobaltoxyd. Amethyst: $\frac{2}{5}$ Thle. Manganoxyd, $\frac{1}{2}$ Kobaltoxyd, $\frac{1}{30}$ Thl. Goldpurpur. Beryll: $\frac{7}{10}$ Thle. Spießglanglas, $\frac{1}{25}$ Thl. Kobaltoxyd. Granat: 50 Thle. Spießglanglas, $\frac{2}{5}$ Thle. Goldpurpur, $\frac{2}{5}$ Thle. Manganoxyd. Türkis: Zu 100 Thln. mit Zinnoxid weiß und undurchsichtig gemachten Strass werden gesetzt 3 Thle. Kupferoxyd, $\frac{1}{3}$ Thl. Zaffer und $\frac{1}{10}$ Thl. Braunstein. — Die Mischung der färbenden Substanzen mit dem Strass muss sehr innig geschehen, und beide müssen sich in feinsten Pulvergestalt befinden. Die Schmelzung geschieht in den reinsten Schmelztiegeln und bei allmählig verstärkter Temperatur, während einer Zeit von 24 — 30 Stunden. Hierauf werden die Tiegel nicht aus dem Ofen genommen, sondern man lässt sie im Ofen selbst, so langsam als möglich, erkalten. Die auf solche Weise bereiteten und später zugeschliffenen Glasflüsse gleichen, besonders in Farbe und Durchsichtigkeit, mehr oder weniger den natürlichen Edelsteinen. Glanz, Härte, specifisches Gewicht und Farbenspiel der letzteren lassen sich jedoch weniger leicht, zum Theil gar nicht, nachmachen. Eine Art von Diamantglanz soll man erhalten, wenn geschliffene Glasflüsse auf einem polirten Metalle (besonders Zinn) längere Zeit gerieben werden. Die schlechteste Nachahmung der Edelsteine besteht darin, dass man

unter geschliffene, weiße Glasstücke eine gefärbte metallische Folie legt.

Th. S.

Edingtonit. Die chemische Zusammensetzung dieses bei Kilpatrick, unweit Glasgow, vorkommenden Minerals ist durch Turner's Analyse desselben noch nicht gehörig ermittelt. Turner fand darin: 35,09 Kieselerde, 27,69 Thonerde, 12,68 Kalkerde und 13,32 Wasser, wobei sich ein Verlust von 11,22 ergibt, der möglicherweise in einem Alkaligehalt des Minerals seinen Grund hat. Das Mineral krystallisiert nach dem quadratischen (2 und 1axigen) Systeme. Seine Krystalle, quadratische Säulen mit den Flächen eines quadratischen Hemi-Octäeders zugespitzt, sind meistens sehr klein. Farbe: graulich weiß. Härte: zwischen Apatit und Flussspath. Spec. Gew. 2,7.

Th. S.

Educt heißt ein bei einer chemischen Zersetzung erhaltener Körper, wenn er als solcher schon in der zersetzten Verbindung enthalten war, also einen Bestandtheil derselben ausmachte, im Gegensatz zu Product, welchen Namen er führt, wenn er bei der Zersetzung erst erzeugt wurde. Die Unterscheidung kann natürlich nur in Anwendung kommen, wenn das Resultat der Zersetzung ein zusammengesetzter Körper ist; ein einfacher ist immer Educt. Allein selbst da, wo sie zulässig ist, hängt gar manches von unserer Vorstellung über die Zusammensetzung der zerlegten Verbindung ab. Die Kohlensäure, aus Kreide durch Salzsäure entwickelt, wird allgemein für ein Educt angesehen, gleichwie man sie, durch Gährung des Zuckers erhalten, für ein Product erklärt. Dennoch würde sie auch im ersten Falle ein Product genannt werden müssen, wenn sich die Dulong'sche Ansicht von der Zusammensetzung der Salze bestätigt. Zuweilen ist nicht leicht zu entscheiden, ob man es mit einem Product oder Educt zu thun habe.

P.

Edulcoriren s. Aussüßsen Thl. I. S. 644.

Edwardsit, ein zu den Phosphaten gehöriges Mineral; nach Shepard's Analyse bestehend aus: 26,66 Phosphorsäure, 56,53 Ceroxydul, 7,77 Zirkonerde, 4,44 Thonerde und 3,33 Kieselerde. Eine Formel kann hiernach mit Sicherheit nicht aufgestellt werden. Das Mineral krystallisiert in Formen des 2 und 1gliedrigen Krystallsystems. Die Krystalle sind klein und tafelförmig. Farbe: hyacinthroth. Glas- bis Diamantglanz. Härte: zwischen Apatit und Flussspath. Spec. Gew. 4,2—4,6. Bis jetzt nur im Gneuse von Norwich in Connecticut gefunden. G. Rose hat darauf aufmerksam gemacht, dass der Edwardsit wahrscheinlich mit dem Monazit (s. d.) in naher Verwandtschaft stehe.

Th. S.

Effervesciren s. Aufbrausen Thl. I. S. 593.

Effloresciren s. Auswittern oder Beschlag Thl. I. S. 649 und 770.

Eblit. Dem Libethenit (s. d.) hinsichtlich seiner Zusammensetzung (64,858 Kupferoxyd, 26,206 Phosphorsäure, 8,931 Wasser, nach Bergemann) sehr nahe verwandt, jedoch durch seine, nur nach einer Richtung gehende Spaltbarkeit davon verschieden. Fundort: Ehl bei Linz, am Rhein.

Th. S.

Ei nennt man den weiblichen Zeugungsstoff mit seinen Hüllen, mag sich derselbe noch unbefruchtet im Eierstock befinden, oder bereits

befruchtet sich von demselben getrennt haben, um sich entweder im mütterlichen Körper oder außerhalb desselben zu einem neuen Individuum zu entwickeln. Demgemäß ist nicht bloß die morphologische Anordnung, sondern auch die chemische Zusammensetzung eines und desselben Eies auf verschiedenen Stufen seiner Entwicklung eine verschiedene.

Im Eierstocke bestehen die (sehr kleinen) Eier aus einer structurlosen äußern Membran, dem Chorion, welches den in ihm enthaltenen Dotter anfangs enge umschließt; später sammelt sich zwischen beiden mehr oder weniger Flüssigkeit an, das Eiweiß. Der Dotter erscheint dann von einer sehr zarten Haut umgeben und enthält in seinem flüssigen Innern ein kleineres, mit klarer Flüssigkeit erfülltes Bläschen, das Keimbläschen, welches wieder einen oder mehrere dunkle Körperchen, den Keimfleck, einschließt. Neben dem Keimbläschen entdeckt man im Innern des Dotters noch andere organische Zellen von verschiedener Größe mit anfangs hellerem, später dunklerem, meistens gefärbtem Inhalte und außerdem eine größere oder geringere Anzahl von Fetttropfchen.

Das Gesagte gilt im Wesentlichen von den Eiern aller Thiere, so verschieden sie auch sonst seyn mögen. Die meisten dieser Theile sind indess sehr klein, nur durch das Mikroskop sichtbar und daher in chemischer Hinsicht nur unvollkommen bekannt. Doch weiß man, dass die farblose, dünne Flüssigkeit, welche das Keimbläschen prall erfüllt, durch Säuren und Weingeist gerinnt. Der Dotter ist in der Regel gefärbt, meist gelb in verschiedenen Nüancen, doch findet man ihn auch weiß, roth, blau, violet, grün, braun und grau. Diese Farbe hat ihren Sitz zum Theil in den Dotterkugeln, zum Theil in dem im Dotter enthaltenen meist flüssigen Fette.

Wie wir nun in Bezug auf die meisten Thiere von der chemischen Zusammensetzung dieser ursprünglichen Eier sehr wenig wissen, so haben wir auch nur sehr mangelhafte Kenntnisse von den weiteren Veränderungen des Eies in chemischer Hinsicht, die offenbar zugleich mit der morphologischen Ausbildung des Eies und der Entwicklung des Embryo eintreten. Dies gilt namentlich von den lebendige Junge gebärenden Thieren, wo der ganze Vorgang der Entwicklung, unseren Augen unzugänglich, im Innern der Mutter stattfindet.

Genauer kennen wir die Eier solcher Thiere, welche dieselben ausscheiden und bei denen sich der Embryo außerhalb des mütterlichen Körpers entwickelt. Hier ist das Ei bereits mit allen den Stoffen versehen, welche zur vollkommenen Ausbildung des neuen Individuums nothwendig sind. Unter allen diesen Eiern sind die Vogeleier, namentlich die des Haushuhnes, am genauesten untersucht und von diesen soll hier etwas ausführlicher die Rede seyn.

Das gelegte Hühnerei besteht aus einer weißen Schale, welche auf dem größten Theile ihrer innern Fläche von einem zarten Häutchen, der *membrana putaminis*, überzogen wird. Nur am dickern Ende des Eies liegt diese Haut der Schale nicht unmittelbar an, es besteht zwischen beiden ein mit Luft erfüllter Zwischenraum. Diese Luft ist von gewöhnlicher atmosphärischer nicht verschieden. Innerhalb der *membrana putaminis* liegt in großen, von einer äußerst zarten Haut gebildeten Zellen das Eiweiß, eine concentrirte Lösung von Albumin in Wasser mit etwas Natron, Chlornatrium und Extractivstoff. Das Innere des Hühner-

eies erfüllt, umgeben vom Eiweiß und in eine eigene Haut eingeschlossen, der Dotter. Durch zwei knotige Schnüre, *Chalazae* oder Hagenschnüre, ist die Dottermembran mit derjenigen, welche die Zellen im Eiweiß bildet, verbunden. An der Dotterhaut bemerkt man eine weißliche Stelle im Dotter, den sogenannten Hahnentritt.

Die näheren Angaben über diese einzelnen Theile des Eies s. unter Eieröl, Eierschale, Eigelb, Eiweiß. Hier nur noch Einiges, was sich auf das ganze Ei und dessen Entwicklung bezieht. Wir folgen hierbei den Angaben von Prout. Zuerst die Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Bestandtheile des Eies. Die Schale mit der Haut wiegt, das Gewicht des ganzen Eies gleich 1000 angenommen, 87,5 bis 119,5, das Weiß zwischen 516 und 640, der Dotter zwischen 260 und 380. Die mittleren Zahlen aus 10 Eiern sind für Schale und Haut 106,9, für das Weiß 604,2, für den Dotter 288,9. Die *membrana putaminis* beträgt etwa $2\frac{1}{3}$; sie hinterläßt beim Verbrennen eine geringe Menge von phosphorsaurem Kalk. Beim Kochen in Wasser verliert das Ei 2 bis 3 Proc. an Gewicht, indem es an das Wasser mehrere Stoffe abgiebt, nämlich kaustisches, schwefelsaures, phosphorsaures Natron, Chlornatrium, Kalk, Magnesia, Spuren von thierischer Materie, namentlich aber kohlen-sauren Kalk. Prout fand an Eiern nach zweijähriger Aufbewahrung in trockner Luft die ehemals flüssigen Bestandtheile vertrocknet; sie hatten sich dabei nach dem spitzen Ende hingezogen. Ein Ei hatte im Mittel täglich $\frac{3}{4}$ Gran an Gewicht verloren. In Wasser gelegt absorbirten diese getrockneten Eier davon, ihre Theile gewannen einigermaßen das ursprüngliche Ansehen und sie hatten keinen üblen Geruch, erlangten jedoch nicht ganz ihr früheres Gewicht wieder.

Die Entwicklung eines neuen Individuums im Ei wird bedingt durch vorhergegangene Befruchtung¹⁾, durch eine stetig erhöhte Temperatur von $+ 41^{\circ}$, werde diese nun durch die brütende Henne oder durch künstliche Mittel hervorgebracht und durch ungehemmten Zutritt der atmosphärischen Luft. Die chemischen Veränderungen des Eies während dieser Entwicklung sind die folgenden. Nach einwöchentlicher Bebrütung hat dasselbe gegen 5 Proc. an Gewicht verloren; das Eiweiß ist, besonders am stumpferen Ende, flüssiger geworden, es gerinnt beim Kochen nicht zu einer zusammenhängenden Masse, sondern zu einem Magma, ähnlich der sauren Milch, und das Geronnene ist durch ein in Alkohol lösliches Oel gelb gefärbt. Prout nennt es modificirtes Albumin. Der Dotter hat an Oel verloren und ist größer und flüssiger geworden. Die salzigen Bestandtheile des Eiweißes sind in größerer Menge in den Dotter übergegangen, welcher seinen ganzen Phosphorgehalt behalten hat. Ein solches Ei enthielt in 1000 Thln.: unverändertes Albumin 232,8, modificirtes Albumin 179,8, Amniosflüssigkeit, Häute und Gefäße 97, neugebildeten Embryo 22, Eigelb 301,3, Schale und Verlust 167,1. Beim Verbrennen hinterließ der Dotter 0,6 Chlor und 0,8 Alkali.

Am Ende der zweiten Woche hat das Ei 13 Proc. an Gewicht verloren. Der Embryo ist bedeutend gewachsen, das Eiweiß dagegen um ebensoviel vermindert. Das modificirte Albumin ist fast ganz ver-

¹⁾ Bei sehr productiven Vögeln, namentlich den Hühnern, werden bisweilen auch unbefruchtete Eier gelegt — sogenannte Windeier. Aus diesen entwickelt sich kein Embryo, sie gehen vielmehr sehr frühzeitig in Zersetzung über.

schwunden, das unveränderte ist consistenter als zuvor und wird beim Kochen härter. Der Dotter hat seine ursprüngliche Größe und Consistenz wieder angenommen. Die Knochenbildung im Embryo hat bereits Fortschritte gemacht und das Gelbe an seinem Phosphorgehalte verloren. Das Ei enthält nun: unverändertes Albumin 175,5, Amniosflüssigkeit, Häute u. dgl. 213,5, Embryo 70, Dotter 250,7, Schale und Verlust 230,3.

Am siebenzehnten Tage gab der Dotter 0,10 Schwefelsäure, 2,50 Phosphorsäure, 0,30 Chlor, 0,56 Kali und Natron, zum Theil kohlen-sauer, 0,75 Kalk und Magnesia. Die Amniosflüssigkeit lieferte: Schwefelsäure 0,34, Phosphorsäure 1,70, Chlor 0,68, Kali und Natron 2,40, Kalk und Magnesia 1,10.

Am Ende der dritten Woche, wenn die Bebrütung vollendet ist, hat das Ei 16 Proc. an Gewicht verloren. Der Rest von Eiweiß, Häuten u. dgl. beträgt 29,5, der Embryo 555,1, der Dotter 167,7, Schale und Verlust 247,7. Das Eiweiß ist auf wenige trockne Häute und einen erdigen Rückstand eingeschrumpft, das Gelbe ist bedeutend vermindert und in die Bauchhöhle des Jungen aufgenommen. Die Chlorverbindungen und Alkalien haben während der Bebrütung abgenommen, die Erdsalze sehr zugenommen.

Prout hat aus seinen Untersuchungen folgende allgemeine Schlüsse gezogen: 1) Das relative Gewicht der Theile im Ei kann sehr veränderlich seyn. 2) Beim Bebrüten verliert das Ei $\frac{1}{6}$ seines Gewichtes, oder Smal so viel, als unter den gewöhnlichen Umständen in derselben Zeit. 3) Im Anfange der Bebrütung giebt der Dotter an das Eiweiß Oel ab, wodurch dieses verändert und dem Käsestoff der Milch ähnlich wird, wogegen der Dotter Wasser und Salze aufnimmt. 4) Diese letzteren verlassen den Dotter wieder, der allmähig seinen frühern Umfang wieder annimmt. In der letzten Woche verliert er noch mehr an Umfang und giebt den größten Theil seines Phosphorgehaltes ab, der zur Knochenbildung verwandt wird, indem er sich als Phosphorsäure mit Kalk verbindet, welcher ursprünglich nicht in den Flüssigkeiten des Eies enthalten war. Vermuthlich kommt dieser Kalk aus der Eischale.

Außer den Hühnereiern verdienen noch die Eier einiger anderer Thiere eine kurze Berücksichtigung. So namentlich die Eier der Fische, die man Roggen nennt. Morin und Dulong d'Astafort fanden darin Albumin, ein fettes phosphorhaltiges Oel, Extractivstoffe und die gewöhnlichen Salze. Der Roggen des Stör wird eingesalzen als Caviar in den Handel gebracht. John fand in 100 Thln. desselben: flüssiges Albumin 6,2, butterartiges Fett 4,3, Kochsalz 6,7, phosphorsauren Kalk und etwas Eisenoxyd 0,5, geronnenes Albumin und Häute 24,3, Wasser 58.

In den Eiern einer exotischen großen Schlangenart fand v. Bibra in der häutigen Schale wenig kohlen-sauren Kalk und, wie es scheint, etwas Harnsäure. Eiweiß und Dotter stimmten ziemlich mit denen der Hühnereier überein, der Dotter gab jedoch mehr Oel, welches farblos war. C. Vast hat¹⁾ ein festes Fett aus Frosch- und Kröteneiern abgebildet und beschrieben, welches er für Stearin hält, das aber wahrscheinlich ebenso wie das feste Fett der Hühnereier, nicht Stearin, sondern ein Gemenge von mehreren Fetten ist.

¹⁾ Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte.

Reinsch hat die Eier von *Papilio crataegi* untersucht; er fand sie folgendermassen zusammengesetzt:

Eierschalen	{ Thierstoff . . . 2,14 } { Kohlens. Kalk . . . 0,22 }	2,36
Albumin		8,32
Fett, mit Spuren von flüchtigem Oel		8,22
Nicht verseifbares Fett		0,88
Phosphorsaurer Kalk mit Spuren von Eisenoxyd		0,57
Thierstoffe mit Salzen		4,65
Wasser		75,00
		100,00.

VI.

Eibischwurzel (Althäewurzel; *Radix althaeae*, *Racine de guimauve*). Die Wurzel der *Althaea officinalis* aus der Familie der Malvaceen, kommt gewöhnlich geschält vor, in weissen, runden, bis fingersdicken Stücken, innen markig, ausen etwas faserig, von eigenthümlich fad süßlichem Geruch und ähnlichem Geschmack, beim Kauen viel Schleim gebend. Die Wurzel ist von Leo Meier und von Buchner V. untersucht worden. Henry und Plisson fanden in derselben einen krystallinischen Stoff, der identisch ist mit dem Asparagin (s. dieses Thl. I. S. 522), welchen Bacon schon früher beobachtet und für die Verbindung einer Pflanzenbasis (*Althaein*) mit Aepfelsäure gehalten hatte.

Die Eibischwurzel hat grosse Aehnlichkeit mit der Wurzel der *Althaea narbonensis* (taurensis Dec.), weshalb Buchner eine vergleichende Analyse beider gegeben hat. Hiernach enthalten die getrockneten Wurzeln von:

	<i>Althaea officin.</i>	<i>Althaea narb.</i>
Fettes Oel	1,26	1,21
Pflanzenleim	1,81	1,59
Schleimzucker und Asparagin	8,29	8,04
Pflanzenschleim und Gummi	35,69	27,48
Stärke	37,51	39,75
Pectin	11,05	13,88
Phosphorsauren Kalk	8,29	9,25
Holzfasern	7,50	9,63
	111,40	110,83

Der Ueberschuss rührt daher, dass mehrere dieser Stoffe beim Wägen noch Wasser enthielten.

Eibischwurzelschleim. (Althäeschleim.) Kaltes Wasser entzieht der Eibischwurzel eine grosse Menge von Schleim, welcher damit eine zähe Flüssigkeit bildet, die von Jod nicht gebläuet wird. Wenn man die Wurzel mit Wasser kocht, so nimmt dasselbe neben Schleim auch Stärke auf, die sich durch Jod nachweisen lässt und die Ursache ist, dass das Decoct der Eibischwurzel schnell sauer wird, während der kalt bereitete Aufguss längere Zeit haltbar ist. Der letztere ist farblos, wird an der Luft und beim Abdampfen gelb, endlich braun. Der darin enthaltene Schleim wird von wasserfreiem Alkohol gefällt, löst sich aber in wässrigem Weingeist auf. Mit essigsaurem Bleioxyd bildet er einen

gelben, mit essigsurem Kupferoxyd einen grünen, mit salpetersaurem Quecksilberoxyd einen weissen Niederschlag. Schwefelsaures Eisenoxyd und Oxydul fällen den Eibischwurzelschleim nicht, während Galläpfelauguss einen reichlichen, in Wasser von $+ 60^{\circ}$ löslichen Niederschlag erzeugt. Mit Salpetersäure giebt der Schleim keine Schleimsäure. Diese Beobachtungen sind von Link.

Mulder analysirte den Eibischwurzelschleim¹⁾ und fand, dass seine Zusammensetzung mit der des Schleimes aus Carraghen, Quitteknernen, Leinsamen, Traganthgummi und endlich der Pectinsäure übereinstimmt. In 100 enthält er: C 46,00, H 4,96, O 49,04. Seine Verbindung mit Bleioxyd enthält 75,4 Proc. Bleioxyd (vergl. Pflanzenschleim).

Eichel. Die Eicheln (*Glandes, Quercus*) sind die Früchte der gewöhnlichen Eiche, *Quercus robur*. Die Schale macht ungefähr den fünften Theil vom Gewichte der Frucht aus, die folgende Bestandtheile enthält:

	W. Brande (in 100 Thln.)	Löwig (in 1000 Thln.)
Stärke	20,28	385
Gluten	18,00	64
Gerbsäure	2,86	90
Faser	7,15	319
Extractivstoff, Wasser und Verlust	51,71	Bitterer Extractivstoff 52 Fettes Oel 43 Harz 52
		Einige Kalk- und Kalisalze.

Die Stärke kann aus den Eicheln gewonnen und als Nahrungsmittel benutzt werden. Ausserdem sind dieselben wegen ihres gleichzeitigen Gehaltes an Stärkemehl und Gerbstoff in der Heilkunde, besonders gegen Schleimdurchfälle, in Anwendung gekommen. In der Regel bedient man sich des sogenannten Eichelkaffee's, der gerösteten und gemahlene Eicheln (*Glandes, Quercus tostae*). Es ist anzunehmen, dass in denselben die Stärke theilweise in Dextrin verwandelt ist. Nach Schrader enthalten die gerösteten Eicheln weniger empyreumatische Producte, als der Kaffee und Kaffeesurrogate, sie enthalten ferner kein Ammoniak, und der Aufguss davon wird durch Leimlösung nicht gefällt, von Eisenchlorid aber dunkelviolett, woraus auf Vorhandenseyn von Gallussäure und Abwesenheit von Gerbsäure zu schliessen ist. Man giebt den Eichelkaffee als gelind tonisches Mittel, vorzugsweise bei Rachitis, Auszehrung, Marasmus und Obstructionen im Mesenterium.

In dem Orient werden die Eicheln eine Zeit lang in die Erde vergraben, wodurch sie ihre Bitterkeit verlieren, und dann geröstet mit Zucker und aromatischen Substanzen vermischt als ein angenehmes Analepticum angewendet. Solche Mittel sind z. B. das Palamud der Türken und das Racahout der Araber.

Eichengerbsäure s. Gerbsäure.

Eichengerbstoff s. Gerbstoff.

¹⁾ S. Ann. d. Pharm. Bd. 28. S. 286.

Eichenholz. Das spezifische Gewicht des Eichenholzes ist 0,650. Nach der Analyse von Petersen und Schoëdler enthalten 100 Thle. des bei 100° getrockneten Holzes: C 49,432, H 6,069, O 44,499. S.

Eichenrinde (*Cortex Quercus*). Sie enthält nach der Analyse von Gerber in 100 Thln.:

1) Durch Alkohol und Wasser ausgezogen.

Gallussäure, durch Gerbsäure verunreinigt	1,09
Gummi, mit Salzen verunreinigt	8,50
Eichengerbsäure	5,60
Eigenthümlicher Extractivstoff, mit Chlornatrium, Aepfelsäure, Salzen und wenig Zucker	6,66
Extractabsatz	2,00
Weichharz	1,11
Wachsartiges Fett	0,66
Rothen Gerbstoff-Absatz (Eichenroth)	2,34

2) Durch Salzsäure und Kali ausgezogen.

Extractabsatz	2,54
Pectinsäure	6,77
Extractivstoff	1,67
Phosphorsaure Kalkerde	0,40
Basisch phosphorsaure Talkerde	1,15
Aepfelsaure Kalkerde und Talkerde	0,80

3) Unlösliche Pflanzenfaser 58,23

99,52

Die Pflanzenfaser hinterließ eine Asche, welche 2 Proc. vom Gewichte der Rinde betrug und aus Kalkerde, Talkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul verbunden mit Kohlensäure, Phosphorsäure und Kieselsäure bestand. Nach der Untersuchung enthält die Eichenrinde kein Gummi, sondern die dafür gehaltene Substanz wäre Pectinsäure.

Nach den Bestimmungen von H. Davy enthalten 100 Thle. der folgenden Rinden:

	Extract.	Gerbstoff.
Innere weiße Rinde von alten Eichen	22,5	15
Innere weiße Rinde von jungen Eichen	23,12	16
Mittlere gefärbte Rinde von Eichen	8,96	3,95
Ganze Eichenrinde, im Frühjahr geschält	12,7	6,04
Ganze Eichenrinde, im Herbst geschält	—	4,37
Rinde von Eichenbuschholz	—	6,66

Wegen ihres Gehaltes an Gerbsäure wird die Eichenrinde in der Heilkunde als Adstringens und Stypticum sowohl innerlich als äußerlich, im Aufguss und in Pulverform angewendet. Auch gegen das Fieber ist sie in Verbindung mit aromatisch bitteren Extracten gegeben worden.

Zur Lederbereitung wird die Eichenrinde unter dem Namen von Lohe angewendet. Diese besteht aus der zwischen der äußern Borke und dem Splint befindlichen Rinde der Eichbäume (*Quercus Robur*,

racemosa, pedunculata, Ilex etc.). Man entfernt die äußere Borke der Rinde, da in ihr die Gerbsäure durch den Einfluss der Atmosphäre zerstört ist. Gute Rinde sieht äußerlich weiß, innerlich röthlich aus. Man benutzt nicht allein die Rinde alter Stämme und Aeste, sondern auch die von 12 bis 20 jährigen Stämmen, die unter dem Namen der Spiegelrinde vorzüglich geschätzt wird. Die Gewinnung der Eichenrinde bildet auch einen besondern Zweig der Forstcultur, indem man in sogenannten Hackwäldern das Eichenbuschholz alle zwei Jahre kappt und entschält, oder die jungen Zweige trocknet und zu Lohe mahlt (vergl. Gerbsäure und Gerben). 8.

Eidotter s. Eigelb folg. Seite.

Eieröl nennt man das im Eidotter enthaltene Fett. Es wird dadurch erhalten, dass man die Eier, gewöhnlich Hühnereier, hart siedet, das Gelbe derselben im Wasserbade trocknet und zwischen gelinde erwärmten Platten auspresst. Das so erhaltene Fett bildet ein rothgelbes, in der Wärme dickflüssiges, in der Kälte erstarrendes Oel, von eigenthümlichem, dem des Leberfettes ähnlichem Geruch, ohne Geschmack, das aber bald ranzig wird und dann leberthranähnlich schmeckt. Es wird zu medicinischen Zwecken benutzt. Man gewinnt auf die angegebene Weise aus einem Ei ungefähr $\frac{1}{2}$ Drachme Oel, indem ein Theil zwischen den Resten des Dotters beim Auspressen zurückbleibt. Der ganze Oelgehalt eines Eies beträgt etwa 3 Grammen und ist nur durch Ausziehen mit Aether zu erhalten, wie denn überhaupt nur auf diese Weise und ohne Anwendung von Wärme das Eieröl in unverändertem Zustande zu erhalten ist.

Dieses Eieröl ist ein Gemenge von mehreren Fetten; es enthält Elain, Margarin, ein festes Fett, das mit den festen Fetten des Gehirns die größte Aehnlichkeit hat, und eine kleine Quantität Cholesterin. Doch sind unsere Kenntnisse hierüber noch lückenhaft, namentlich fehlen genauere Untersuchungen über die Mengenverhältnisse dieser Fette. Auch sind diese ohne Zweifel nach der Bereitungsart u. s. w. verschieden.

VI.

Eierschale, die feste Hülle der Eier derjenigen Thiere, bei welchen sich das junge Individuum außerhalb des mütterlichen Körpers entwickelt, wie bei den Vögeln, Reptilien, Fischen, Insecten u. s. w. Am häufigsten versteht man darunter die Schale der Vogeleier, namentlich aber die des Hühnereies. Diese besteht im Wesentlichen aus kohlen-saurem Kalk, mit etwas phosphorsauren Salzen, durch ein thierisches Bindemittel vereinigt. Ihre Bestandtheile sind die folgenden:

	nach Vanquelin.	Prout.
Kohlensaurer Kalk	89,6	97
Phosphorsaurer Kalk mit etwas phosphorsaurer Magnesia	5,7	1
Thierische Materie	4,7	2
	100,0	100

Aus diesen Analysen geht hervor, dass die quantitative Zusammensetzung derselben nicht immer die gleiche, sondern geringen Schwankungen unterworfen ist.

Bei vielen Vogeleiern ist die Schale weiß, bei anderen aber auch grün, braun oder gefleckt. Diese Farbstoffe sind bis jetzt noch nicht näher untersucht worden. VI.

Eigelb oder Eidotter. Ueber die allgemeinen Verhältnisse dieses wesentlichen Bestandtheiles aller Thiereier s. Ei. Wir sprechen hier nur von den speciellen Eigenschaften des Dotters im Vogelei, namentlich aber im Hühnerei. Dieser wird von einer eigenen Membran umgeben, welche sich in zwei Anhänge, die Hagelschnüre, *Chalazae*, fortsetzt. Er schwimmt im Eiweiße, da er wegen seines großen Fettgehaltes leichter ist als dieses, und findet sich deshalb, wie man auch das Ei lege, nach einiger Zeit immer oben auf.

Das Eigelb besteht aus mikroskopischen Zellen. Diese sind im frischen Ei rund, mit Flüssigkeit gefüllt, sehr zart, leicht zerstörbar und deshalb schwer wahrzunehmen. Beim Kochen werden sie durch Gerinnung des in ihnen enthaltenen Albumins fest und nehmen durch gegenseitige Abplattung eine polyëdrische Form an. Im Dotter gekochter Eier lassen sie sich leicht von einander trennen; man bemerkt dann keine sie verbindende Zwischensubstanz. An der Oberfläche des Dotters sind diese Zellen kleiner, weiter nach innen zu werden sie größer, nur im Centrum des Dotters, wo man eine kleine Höhle wahrnimmt, findet sich eine weißliche Flüssigkeit, die ohne beigemischte Zellen aus Fett und einem amorphen Albumingerinnsel besteht. Untersucht man die Zellen mit Hülfe des Mikroskopes näher, so erscheinen sie zusammengesetzt aus Wänden von geronnenem Albumin und einem Inhalt, der aus Fett besteht. Dieser kann durch Druck entleert werden, schmilzt aber auch beim Erwärmen heraus, indem dann die Zellwände sich zusammenziehen und ihren Inhalt herauspressen.

Nach Prout's Analyse besteht der Dotter des Hühnereies aus Wasser 54, Albumin 17, Fett 29. John fand darin eine freie Säure und hält das Albumin des Dotters für verschieden von dem des Weisfen, was wahrscheinlich ist, da es hier in Lösung, dort als Zellenmembran auftritt. Chevreul erhielt aus dem Dotter einen röthlichen und einen gelben Farbstoff, welchen letztern er mit dem gelben Farbstoff der Galle verglich.

VI.

Einäschern. In Asche verwandeln. Das Einäschern (*Incineratio*) ist die vollständige Verbrennung eines organischen Körpers unter dem Zutritt der Luft, wenn dabei feuerbeständige Theile (Asche) zurückbleiben. Diese Operation wurde früher häufig in Apotheken angewendet, die erhaltene Asche wurde ausgelaugt, das Gelöste eingedickt und der salzige Rückstand nach dem Namen der Pflanze, z. B. *Sal Absinthii*, *Cardui benedicti* u. s. w. benannt. Zu diesem Zwecke wird das Einäschern nicht mehr vorgenommen, sondern nur noch bei Untersuchungen über die Natur der unorganischen Bestandtheile der Pflanzen und bei der quantitativen Analyse, zur Bestimmung des Aschengehaltes der Filter. Es ist nothwendig, dass Niederschläge, die ohne Verlust nicht von dem Filter getrennt werden können, mit diesem geglüht werden, um Wasser, Ammoniaksalze, Säuren u. s. w. zu verjagen. In diesem Falle bleibt die Asche des Filters mit dem Rückstande vermengt, und vermehrt dessen Gewicht. Man vermeidet den dadurch entstehenden Fehler, indem man vorher ein dem angewendeten gleiches Filter für sich einäschert, die Asche wiegt und deren Gewicht von dem des geglühten Rückstandes abzieht. Es ist dabei erforderlich, dass die Verbrennung des Filters vollständig geschieht, was daran erkannt wird, dass der Rückstand vollkommen weiß oder kaum grau gefärbt ist.

Das Einäschern eines Filters für sich geschieht, indem man dasselbe leicht zusammengeballt in einen kleinen Platintiegel legt, den man ganz allmählig erwärmt. Bei allzurastem Erhitzen würden die Producte der Verbrennung sich plötzlich entwickeln und einen Theil der Asche mit sich reißen. Damit die Kohle des Papiers leicht und vollständig verbrennen kann, legt man den Tiegel etwas geneigt auf den Dreifuß über eine Flamme mit doppeltem Luftzuge. Nähert man alsdann dem Rande des Tiegels in horizontaler Richtung einen Platinspatel, oder ein Stückchen Eisenblech, so streicht über dieselben ein Luftstrom in's Innere des Tiegels und befördert die Verbrennung. Man kann die Einäscherung auch auf dem umgekehrten Deckel eines Tiegels vornehmen, nur muss man alsdann höchst sorgfältig darauf achten, dass nicht durch die Luftströmung Theile der leichten Asche hinweggeführt werden, was man durch ein über dieselbe gehaltenes Platinblech verhindert. Auch indem man das Filter an den Haken eines Platindrahts befestigt und es so frei in den Tiegel hält, befördert man die Einäscherung.

Auf ähnliche Weise verfährt man beim Einäschern eines Filters zugleich mit einem Niederschlag. Ist dabei die Masse des letztern verhältnissmäßig groß, so rührt man nach dem Verkohlen mit einem Platindraht öfter um, damit alle Kohle in Berührung mit Luft kommt und verbrennt. Dabei ist darauf zu achten, dass die verbrennende Kohle reducirend auf die glühende Substanz wirkt, so dass die Zusammensetzung des Rückstandes oft mehr oder minder geändert werden kann, z. B. schwefelsaure Salze theilweise in Schwefelmetalle verwandelt werden. Das beste Filtrirpapier aus Dalarne und Lessebo in Schweden hinterlässt 0,2 von 1 Proc. des Gewichts vollkommen trocknen Papiers. Filtrirpapier aus Deutschland hinterließ $\frac{1}{3}$ Proc. Asche, und nachdem es nacheinander mit wässrigem Kali, Salzsäure und Wasser ausgewaschen war, nur $\frac{1}{10}$ Proc. seines Gewichts (vergl. Filter).

S.

Einbalsamiren, z. Th. mumificiren, *mumifier*, *mummi-fy*. Unter allen Völkern, deren Religionsgebräuche das Aufbewahren ihrer Todten verlangt, haben unstreitig die alten Aegyptier es in der Kunst des Einbalsamirens am weitesten gebracht. Die zahllosen, meist gut erhaltenen, und wie es aus sinnbildlichen, geschichtlicher Auslegung fähigen Anzeigen hervorgeht, oft über 3300 Jahre alten menschlichen Leichname (Mumien), welche in Aegypten gefunden werden, im Vergleich zu der sehr geringen Anzahl, und dem mangelhaften Aussehen der Leichen von anderen Völkern herrührend, beweisen dies zur Genüge. Sowohl durch die Ueberlieferungen griechischer Autoren, als durch neuere Untersuchungen ganzer Reihen von ägyptischen Mumien ist es dargethan, dass je nach dem Range und Stande des Gestorbenen ein, mehr oder weniger kostendes, vollkommneres, oder weniger genügendes Verfahren der Mumificirung mit dem Leichname vorgenommen wurde. Man will vornehmlich dreierlei Arten der ägyptischen Einbalsamirung unterscheiden, deren nähere Beschreibung hier zu weit führen würde ¹⁾, welche aber wesentlich im Folgenden bestehen:

Die Eingeweide werden durch eine in der linken Seite gemachte Oeffnung, oder in anderen Fällen durch den After, das Gehirn durch

¹⁾ Vergl. Specielleres in Oken's Isis, Jahrg. 1819.

die Nasenlöcher herausgenommen, die Gehirn-, Brust- und Bauchhöhle wurden mit aromatischen Stoffen, Zimmt, Myrrhe und anderen Harzen, oder bei den weniger sorgfältig behandelten Mumien mit Asphalt ausgefüllt. Die Asphaltmasse durchdringt die ganze Fleischsubstanz der Leichen, so dass er wahrscheinlich heiss und geschmolzen eingegossen wurde. Nach solchen Zurüstungen wurden die Körper wohl meistens in Salzaufösungen mehre Wochen lang gebracht, bei allen soll dies indessen nicht stattgefunden haben; auf sehr vielen Mumien findet man Auswitterungen von schwefelsaurem Natron. Eine hauptsächliche, nicht blofs der Ausschmückung, sondern auch der Conservirung geltende, Operation war die, dass sie sehr kunstvoll mit vielen langen Streifen von Leinwand oder Baumwollenstoff vielfach umwickelt wurden. Diese Zeuge waren mit Harz durchtränkt. Die Mumien befinden sich in hölzernen Särgen, *Sycamore*, in welche sie wahrscheinlich gelegt wurden, nachdem der Austrocknungsprocess schon ziemlich beendigt war. Die Fugen dieser Kasten sind sehr sorgfältig zugeklebt. Auch Thiere, namentlich der Ibis, findet sich in Aegypten häufig mumificirt.

Die Einbalsamirungsmethoden unserer Zeit, wie sie an fürstlichen Leichnamen u. s. w. vorgenommen werden, bestehen gewöhnlich in Einspritzen einer Mischung von Weingeist, Terpentinöl und Camphor, Ausnehmen der Eingeweide, die in besonderen Urnen beigesetzt oder in Weingeist aufbewahrt werden, Einstreuen von mancherlei aromatischen Stoffen im pulverigen Zustande, z. B. Pech, Camphor, Wermuth, welchen auch Salpeter und Alaun zugesetzt werden.

Man scheint in der Zeit, aus welcher die ägyptischen Mumien stammen, von den antiseptischen Wirkungen mehrerer metallischen Verbindungen nichts gewusst zu haben, wenigstens findet sich keine Spur von solchen in den Mumien. Will man unter Einbalsamiren auch die Anwendung solcher Stoffe zur Leichenconservirung rechnen, so sind hier noch einige Methoden, deren man sich namentlich zur Aufbewahrung von Leichnamen zu anatomischen Studien bedient, zu erwähnen.

Einlegen der Leichen in Auflösungen von Quecksilbersublimat, oder Einspritzen einer weingeistigen Lösung dieses Salzes, oder einer Lösung von arseniger Säure, waren längere Zeit die hierzu gebrauchten Mittel. Die Schädlichkeit dieser starken Gifte auch für diesen Zweck erkennend, ging das Bestreben der Kunst dahin, andere Stoffe an die Stelle der genannten zu setzen. Der Franzose Gannal empfiehlt, und sein Verfahren wird allenthalben sehr gerühmt, schwefelsaure Thonerde als Conservirungsmittel. Drei Mafs einer solchen Salzauflösung von einem specifischen Gewichte von 32° Beaumé reicht hin, um die Frischerhaltung des Cadavers eines Erwachsenen zu bewerkstelligen. Das Einspritzen geschieht mit der anatomischen Spritze ganz auf die gewöhnliche Art, am gewöhnlichsten durch einen in die Carotis gemachten Einschnitt. Gannal wendet sein Verfahren sogar zum Aufbewahren von Fleisch, das gegessen werden soll, an (s. Einpökeln).

Thierbälge zum Aufstellen in Naturalienkabinetten sind, obwohl nicht gegerbt, doch mehr vor den Motten als der Fäulniss der Haut zu schützen. Dies geschieht durch Einreiben mit einem Pulver, dessen Hauptbestandtheil arsenige Säure ist, oder was in neuester Zeit als sehr

vorzüglich gerühmt wird, durch Einstreuen getrockneten und fein gepulverten Eisenvitriols.

B—y.

Einbrennen. Die für Glas- und Porzellanmalerei gebrauchten Metallfarben müssen durch Wiedereinsetzen der Gegenstände in einen Ofen zum Schmelzen gebracht und auf letzteren festhaltend gemacht werden, man nennt dies Verfahren Einbrennen, *cuisson, burning in*. Auch die Glasur auf Porzellan, Steingutmasse und ähnliches Geschirr, die nicht mit dem ersten Brennen glasirt werden können, muss durch ein zweites Einsetzen in den Ofen, das Einbrennen, befestigt werden (s. Glas und Porzellan, und Glas- und Porzellanmalerei).

Einbrennen der Eisenbleche heisst so viel als das Einsetzen der zugerüsteten Bleche in die Pfanne mit schmelzendem Zinn.

Einbrennen der Weinfässer s. Schwefeln.

B—y.

Eindampfen, Eindicken, Einengen, Einkochen
s. Abdampfen Thl. I. S. 1.

Einmachen. Man versteht unter Einmachen im allgemeinsten Sinne alle jene Operationen, die man einschlägt, um vegetabilische oder animalische Nahrungsmittel vor Gährung und Fäulniss zu schützen. Die Substanzen, deren man sich als conservirender Mittel bedient, und welche natürlich selbst zum Genusse tauglich seyn müssen, sind: Kochsalz, Zucker, Weingeist, Essig — um die conservirende Wirkung der Kohle, des Rauches und Anderes hier unerwähnt zu lassen, was der Sprachgebrauch unter Einmachen nicht zählt.

Die Wirkung der genannten Schutzmittel gegen Gährung und Fäulniss der Nahrungssubstanzen hat nicht bei allen derselben den gleichen Sinn. Man hat sich zu erinnern, dass die beiderlei Arten chemischer Selbstentmischungen, die mit den Namen Gährung und Fäulniss bezeichnet werden, unter ganz gleichen Umständen eintreten.

Gegenwart von Wasser, eine gewisse höhere Temperatur, Ferment und anfänglicher Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs sind die zur Einleitung der Gährung unerlässlichen Bedingungen, das Fehlen einer einzigen derselben macht die Gährung unmöglich.

Das Gleiche gilt von der Fäulniss, deren Producte auch das Gemeinschaftliche mit jenen der Gährung haben, dass die Summe ihrer Atome die gleiche, oder doch bis auf die Bestandtheile von Wasser die gleiche ist, wie die des noch nicht in Gährung oder Fäulniss getretenen Körpers, so dass also nur eine andere Atomenanordnung vor sich ging. Verschieden von diesen Arten chemischer Zersetzung ist diejenige, welche in neuester Zeit unter dem Namen Verwesung festgestellt worden ist, und deren Charakteristisches die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft ist.

Der Sauerstoffzutritt bei der Gährung und Fäulniss ist darum nothwendig, weil beide mit einem Verwesungsacte beginnen, dessen Nichteintreten oder Stillstehen auch das Aufhören der Gährung und Fäulniss zur Folge hat.

Was nun das Zurückhalten oder die Gährung bedingenden Umstände betrifft, so ist in Betreff der Temperatur bekannt, dass der Winter der Aufbewahrung von Speisevorräthen weit günstiger ist als

der Sommer, und dass gute Keller oder noch mehr Eisgruben zum Frischerhalten der Nahrungsmittel unschätzbar sind. Die Temperatur, in welcher Fäulniss vor sich gehen kann, ist nahe über 0° C., obschon sie da noch langsam stattfindet; je höher sich dieselbe steigert, um so rascher greift die Fäulniss um sich; und ganz ähnlich verhält es sich mit der geistigen Gährung, welche um so stürmischer erfolgt, je näher die Temperatur der Umgebung einem gewissen Maximum kommt, über welches hinaus die Gährung ganz aufhört.

Dass mit der Entfernung von Wasser, in vorliegenden Fällen also der Feuchtigkeit in den Zellen der Pflanzen- und Thiersubstanzen, der Hauptanlass der Selbstersetzung weggenommen ist, beweist das Trocknen solcher Körper. Wo es dem gewünschten Ansehen und Geschmack der Nahrungsmittel keinen Eintrag thut, ist sicherlich dies, auf Pflanzenstoffe schon längst, in jüngster Zeit aber auch auf Fleisch (ohne Räuchern) mit gutem Erfolg angewandte Verfahren das vollkommenste Conservierungsmittel.

Die Wirkung des Kochsalzes, des Zuckers und Weingeistes, in welchen man Nahrungsmittel einmacht, beruht der Hauptsache nach wenigstens, in ihrer wasserentziehenden Eigenschaft.

Die Bildung der Salzlake beim Bestreuen von Fleisch mit Kochsalz ist nichts weiter, als dass das Blutwasser und andere Feuchtigkeit vom Kochsalz ausgezogen wird. (Die Aufbewahrung von Fleisch mittelst Kochsalz s. unter Einsalzen.) Pflanzenstoffe, unsere Wintergemüse, werden ebenfalls mit Salz eingemacht, das Ausziehen des meisten Wassers aus denselben wird hierdurch sehr befördert, und vollends zu Stande gebracht durch gelindes Zusammenpressen, was in den Haushaltungen durch Pressen, welche über den Einmachekufen angebracht sind, oder durch Auflegen von schweren Steinen auf die beweglichen Deckel geschieht.

Das auf diese Weise ausgezogene, dem Fauligwerden leicht ausgesetzte Wasser wird von Zeit zu Zeit abgeschöpft, die obere Schicht der eingemachten Substanz reingewaschen und mit etwas frischem Wasser beschüttet, das hauptsächlich nur die Rolle, den Zutritt der Luft abzuhalten, einnimmt. Sehr vollkommen ist diese für Bohnen, Sauerkraut, Rüben etc. angewandte Methode nicht, der Geruch der gebrauchten Kufen führt hinlänglich auf die Spuren stattgehabter Fäulniss.

Am wenigsten genügend ist das an einigen Orten gebräuchliche Verfahren, ohne Salz, nur durch Eindrücken in Kufen und Bedeckhalten, Gemüse einzumachen. Aus stark gesalzenen Gemüsen wird durch mehrstündiges Einlegen in kaltes Wasser vor dem Gebrauche, dasselbe fast ganz ausgezogen.

Das Einmachen mit Zucker, welches in der Regel nur mit Obstsorten vorgenommen wird, geschieht, wenn das Obst nicht sein frisches Ansehen und die ganze Gestalt behalten soll, durch Einkochen mit abgeschäumtem Zuckersafte, unter starkem Umrühren wegen leichtstattfindenden Anbrennens. — Latwergen.

Mit Obstsorten, welche im ganzen Zustande und frisch aussehend bleiben sollen, wird auf folgende Weise verfahren. Größere Obstarten, Aprikosen, Zwetschen etc. werden mit mehreren Nadelstichen bis auf den Kern durchstochen und so in eine nicht zu concentrirte geklärte Zuckerlösung gebracht und mit dieser einige Zeit stehen gelas-

sen. Es wird dabei Wasser aus den Früchten ausgezogen und die Zuckerlösung wird dünner, sie wird nun abgegossen und aufs neue eingedickt wieder auf die Frucht gegossen und so lange in dieser Weise fortgeführt, bis die Concentration stark genug¹⁾ und das Fleisch des Obstes mit Zucker hinlänglich durchdrungen ist. Einige Obstarten ertragen es auch, ohne zu zerplatzen, dass sie mit dem Saft auf das Feuer gebracht einige Zeit erwärmt erhalten, aber nicht bis zum Kochen erhitzt werden; aber auch hierbei muss zwischen dem Erwärmen und Eindicken längeres Ruhigstehen und Erkalten wiederholt stattfinden.

Der Effect dieses Verfahrens beruht, neben der schützenden einhüllenden Wirkung des Zuckers gegen Luftzutritt, zumeist in der bekannten Thatsache, dass eine concentrirte Zuckerlösung auch bei Gegenwart von Ferment und der übrigen gährungsfördernden Umstände nicht gähren kann.

Die Wirkung weingeistiger Flüssigkeiten, Rum, Kirschwasser etc. zum Einmachen von Obst, kann mit der des Zuckers ganz in Parallele gestellt werden. Starker Weingeist über frische Pflanzen- oder Thierstoffe gegossen, zeigt sich bald geringhaltiger (zu dem Weingeiste der anatomischen Präparate muss zuweilen stärkerer nachgefüllt werden), ein Beweis, dass derselbe wasserentziehend wirkt.

Mit Zucker versetztes Obst hält sich durch Zugabe von etwas Weingeist vortreflich; man legt z. B. ein reines mit Rum getränktes Fließpapier während heißer Sommertage auf Latwergen oder andere eingemachte Früchte und sichert sie dadurch vor dem Eintreten der Gährung. Ganz verwandt ist hiermit die Thatsache, dass, wenn in gährenden Flüssigkeiten, Obstsaften, Maische etc. schon sehr viel Weingeist gebildet, und seine Quantität im Vergleich zum vorhandenen Wasser sehr groß ist, die Gährung sehr verlangsamt, oder ganz aufgehoben wird.

Was aber die Disposition des Weingeistes selbst, zersetzt zu werden, betrifft, so ist diese um so geringer, je stärker derselbe ist.

Das Einmachen in Essig, welches mit einigen Früchten, Gurken, Bohnen, Kappern, Oliven etc. vorgenommen wird, beruht hauptsächlich wohl nur in der schützenden Wirkung dieser Flüssigkeit gegen den atmosphärischen Sauerstoff. Der Essig ist also mehr ein einhüllendes als ein chemisch wirksames Mittel. Holzessig wirkt stark fäulniswidrig wegen seines Kreosotgehaltes, vielleicht kommt dem gewöhnlichen Frucht- oder Weinessig übrigens eine ähnliche antiseptische Wirkungsweise zu, wie den aromatischen Stoffen überhaupt, deren chemische Rolle hierbei aber noch wenig eruiert ist. Starker Essig wird nicht so leicht, sehr leicht aber verdünnter Essig der Selbstersetzung heimgegeben, indem er kamig wird und andererseits schleimige Producte absetzt; namentlich geschieht dies dann, wenn er dem Luftzutritt ausgesetzt ist.

Die in Essig eingemachten Früchte werden deshalb, da Essig in dieser Beziehung dem Weingeiste weit nachsteht, wohl bedeckt, was

¹⁾ Durch das öftere Kochen und Wiedererkaltenlassen wird auch der Vortheil erreicht, dass der Zucker seine Krystallisationsfähigkeit verliert, und das Unangenehme nicht eintritt, dass er bei längerem Aufbewahren nebst dem Obstzucker der eingemachten Früchte sich sandigkömig ausscheidet.

durch Aufgießen einer Fettschichte bei den ruhigstehenbleibenden, durch Zupfropfen aber, oder Einschließen in ganz geschlossene Fässchen bei den in den Handel zu bringenden geschieht. Damit der Rest, der in angebrochnen Gefäßen beim Verbrache bleibt, nicht zu lange der Luft ausgesetzt bleibe, wählt man besser kleinere Gefäße, denn größere als Einmachegeschirr. Das Kamig- und Schaalwerden des Essigs geschieht in der Sommertemperatur sehr leicht, und es ist eine alte Erfahrung der Schnellseigfabrikanten, dass man fertigen Essig in den mindestens über 18° C. erwärmten Essigstuben nicht zu lange stehen lassen dürfe oder er sey mit etwas Weingeist versetzt. Es trifft dadurch die Oxydation (Verwesung) nicht den Essig, sondern den Weingeist, der vermöge derselben in Essig übergeht. Allmäliger Zusatz von etwas Weingeist zu solchem Essigeingemachten thut darum auch hier den Dienst besserer Conservirung.

Ausschluss der atmosphärischen Luft macht, wie schon angeführt, die Gährung so wie die Fäulniss unmöglich. Der in Obst-säften neben dem Zucker enthaltene Kleber, nur zum geringsten Theil der oxydirenden Wirkung der Luft ausgesetzt, wird zu einem Ferment und erhält die Eigenschaft, sehr große Quantitäten von Zucker in Weingeist und Kohlensäure umzuwandeln. Wird dagegen dieser nur anfangs nöthige Verwesungsact unmöglich gemacht, so ist die Gährung selbst unstatthaft. Der Kleber verliert aber auch unter gewissen Umständen ganz die ihm sonst so sehr eigenthümliche Neigung, in Verwesung überzugehen; unter den vielen Mitteln, die dies bewirken, ist nur eins hier zu erwähnen. Durch Erhitzen bis zum Kochpunkte des Wassers ist dem Kleber die Eigenschaft, Gährung zu erregen, genommen.

Durch die mit Recht so berühmt gewordene Appert'sche Einmachemethode wird die Luft von den Substanzen, die aufzubewahren sind, abgehalten, und in den Obst-säften (oder unversehrtem Obste) dem der chemischen Anziehung des Sauerstoffs geneigten Kleber durch die Hitze diese Eigenschaft genommen.

Es werden, wiewohl seltener, und nur zum Gebrauche für die Marine Fleischspeisen, sehr häufig aber Obstarten auf diese Weise eingemacht. Zu letzteren bedarf es des Zuckers nicht, obschon man, um sie zu versüßen, etwas aufstreut, auch wohl etwas Gewürze zugeibt.

Die reifen Früchte werden abgetrocknet möglichst enge auf einander in Blechgefäße oder Gefäße von gut gekühltem Glas gelegt, mit etwas Zucker bestreut, und nun jedes einzelne mit einem Tuch umbunden in ein gemeinschaftliches Gefäß mit Wasser gestellt. Das Wasser wird zum Kochen gebracht und einige Zeit darin erhalten. Man kann dem Wasser etwas Kochsalz oder ein anderes Salz zusetzen, um seinen Kochpunkt zu erhöhen. Es wird durch Verdunsten des Wassers der Früchte die Luft aus den Einmachegefäßen ausgetrieben, sind diese von Blech, so können die darauf passenden Blechdeckel aufgelöthet werden; Glasgefäße werden mit gutschließenden in Hausenblasenlösung getauchten Korkstöpseln rasch verschlossen, oder mit Thierblase umbunden. Dies Verfahren vereinigt Einfachheit und Wohlfeilheit mit der Erreichung guten Aussehens und Wohlgeschmacks der eingemachten Früchte. Ganz ähnlich so ist das Verfahren für Fleischspeisen etc. Man kann sich sehr zweckmäfsig, wo die Kosten

angewandt werden wollen, statt des Wasserkessels eines Dampfapparats bedienen.

Früchte, welche durch Kochen mit Gewürzen schon zubereitet sind, wie z. B. Oliven, werden auch durch einfaches Einlegen in feine Oele, z. B. Baumöl, eingemacht, ebenso legt man zubereitetes Fleisch in geschmolzenes Fett, das es nach dem Erkalten ganz umhüllt und vor dem Faulen schützt. Da aber anhängendes Fett dem Wohlgeschmack vieler Speisen schadet oder doch der Angewöhnung des Gaumens zuwider ist, und weil auch jedes Fett beim Altwerden einen unangenehmen Geschmack annimmt, so hat dies Verfahren nur eingeschränkte Anwendung. Kalte Fleischpasteten erhalten sich nächst dem Einflusse der zugesetzten starken Gewürze, hauptsächlich nur vermöge grossen Vorwiegens des Fettgehaltes längere Zeit gut¹⁾. B-y.

Einmaischen, *démélage, mashing*. Ein in der Bierbrauerei (vergl. Bier, Thl. I. S. 775), Korn- und Kartoffelbranntweinbereitung und Fruchtesigfabrikation vorkommendes Geschäft. Es ist unter Einmaischen in den letztgenannten Fabrikationszweigen ungefähr dasselbe zu verstehen, was es in der Bierbrauerei bedeutet. Bei Darstellung des Kornbranntweins und Fruchtesigs werden aber anstatt bloßen Malzes wie in der Bierbrauerei, ungekeimtes geschrotetes Getreide, Weizen, Roggen, Gerste, mit etwas Malzschrot versetzt, in der Kartoffelbranntweinbereitung die gequellten zerquetschten Kartoffeln unter Malzzusatz in dem Maischbottich mit Wasser von einer bestimmten höhern Temperatur übergossen (Einteigen), stark umgearbeitet und durch Zusetzen von mehr kaltem Wasser zugekühlt. Das Nähere über diesen Gegenstand s. unter dem Art.: Maische. B-y.

Einpökeln s. Einsalzen.

Einsalzen. Ueber die wasserentziehende Wirkung des Kochsalzes bei seiner Verwendung zum Conserviren der Nahrungsmittel, und über das Einsalzen von vegetabilischen Substanzen s. Art. Einmachen. Das Einsalzen des Fleisches (Einpökeln), wie es für Schiffs- und Festungsverproviantirungen z. B. geschehen muss, erleidet mancherlei Verschiedenheiten des Verfahrens. Alles zum Einpökeln bestimmte Fleisch soll nicht zu jung seyn, und nach dem Abschachten des Viehes unpräparirt nicht länger liegen bleiben, als bis es erkaltet ist, es soll in möglichst grossen Stücken gelassen und davon alles Fett und Knochen sorgfältig abgesondert werden. Das Fleisch wird nun mit Kochsalz eingerieben und in eine Kufe gelegt, wobei sich vieles Wasser aus demselben auszieht; aus der Lake heraus kommt es nun sehr häufig in eine eigene Pökelbrühe, welche in einer wässerigen Lösung von Kochsalz, Zucker oder Zuckersyrup, und etwas Salpeter, der dem Fleische eine schön rothe Farbe ertheilt, am gewöhnlichsten besteht. Beim Einpökeln auf englische Art wird 192 Kochsalz, 3 Salpeter, 32 Zucker in 1200 Wasser gelöst. In einer solchen Brühe bleibt das Fleisch, bis es fertig ist, mehre Wochen lang liegen. Viel kürzer ist das Verfahren, dass man eine Mischung von Kochsalz, Zucker und Salpeter auf das Fleisch einreibt, es damit bestreut, in die Einpökelfässer fest einlegt und mit Gewichten zusammenpresst, so dass die aus-

¹⁾ S. auch Appert's Methode Thl. I. S. 452.

gezogene Salzlake dasselbe bedeckt. Zum Versenden wird das Pökelfleisch entweder aus der Brühe genommen, abgetrocknet, mit Kleie bestreut und ohne Rauch oder auch im Rauch gedörst, oder es wird in eigene Fässer recht fest eingepresst, so dass keine Luftzwischenräume da seyn können, mit der Brühe ganz übergossen und wohlzugeschlagen verschickt.

Long liefs sich in England folgendes Einpökelfverfahren patentiren. Das Thier wird durch einen Schlag auf den Kopf getödtet, dann ihm zwischen der sechsten und siebenten Rippe ein Messer in's Herz gestofsen und in diese Wunde, nachdem es ausgeblutet, wird die Spitze einer Druckpumpe gesetzt und eine warme Lösung von Kochsalz und Salpeter eingespritzt, bis alle Gefäße voll sind, d. h. bis dieselbe durch das Herz wieder ausläuft. Je nach der Dauer, für die das Fleisch zur Aufbewahrung bestimmt ist, wird schwächere oder stärkere Auflösung genommen. Das Fleisch wird mit Salzsichten zwischengelagert verpackt.

Daran schließt sich Gannal's Methode an, welcher auch durch Einspritzen das Fleisch conserviren will, allein nicht Kochsalz ist das antiseptische Mittel desselben, sondern eine Lösung von Chloraluminium. Die ungefährliche Einwirkung desselben auf unsern Organismus, wenn es nur in geringer Menge genossen wird, und die Geschmacklosigkeit des Salzes veranlassten Gannal zu seinen Versuchen hierüber. Die Stärke der Salzlösung soll 10^o Beaumé seyn, und der Erfinder sagt, dass 9 — 12 Liter einer solchen Lösung zum Einspritzen eines ganzen Ochsen ausreichen und dass nur 1½ — 2 Kilogramme des Salzes in das Thier gebracht werden.

Das auf diese Weise zubereitete Fleisch wird wie gewöhnliches Pökelfleisch getrocknet oder geräuchert und vor dem Verbrache 24 Stunden in kaltes Wasser gelegt.

Ganz abgesehen von der Wahl des als Schutzmittel gegen Fäulniss angewandten Salzes sollte billigerweise im Großen der Methode der Einspritzung, vor dem Einweichen aus Gründen der Sache selbst und aus ökonomischen Rücksichten der Vorzug gegeben werden.

Fische, z. B. Heringe, werden von den verschiedenen Nationen, die Heringsfang treiben, auf verschiedene Art eingesalzen. Das Verfahren der Holländer, das beste, besteht im Einlegen der Fische, welchen der Kopf mit einer Scheere abgeschnitten wurde, und die beliebig sonst gereinigt werden können, in Salzlake, Wiederherausnehmen nach einem Tage, Abtrocknen und schichtenweises Einlegen in Tonnen zwischen Salz. Ans Land gebracht werden die Fische herausgenommen, abgetrocknet, die Lake gekocht und geschäumt. Nun endlich werden die Heringe in die Versendungstonnen gelegt, jede Lage mit Salz bestreut und zuletzt zusammengedrückt. Die Lake wird aufgegossen und wenn sie sich nicht mehr einzieht, wird das Fässchen zugeschlagen. Der Salzverbrauch bei diesem Verfahren ist sehr groß. Ähnlich werden Sardellen, und die Fischrogen (Caviar z. B.) behandelt.

B—y.

Einsaugung s. Absorption Thl.I.S.11.

Eintrocknen s. Abdampfen Thl.I.S.1.

Einweichen s. Auflösen Thl.I.S.593.

Eis (*κρύσταλλος, Glacis, Glace*), gefrorenes Wasser, Wasser im Zustande der Starrheit. Das Wasser allein unter allen Körpern genießt den Vorzug, wenn es einer ist, dass es in der Sprache des Lebens sowohl wie der Wissenschaft seinen Namen mit dem Aggregatzustande ändert, und eben daher schreibt sich der Gebrauch, in Werken wie dieses gesondert vom Eise zu handeln. Offenbar hat dazu Veranlassung gegeben die große und so verschiedenartige Rolle, welche das Wasser als flüssige und als starre Substanz im Haushalte der Natur spielt, nicht aber etwa eine besonders ausgebildete Kenntniss von ihm im Zustande der Starrheit, denn vom Eise wissen wir in mancher Beziehung weniger als von anderen starren Substanzen, obwohl wir so viel wissen, dass es weder für sich noch in seinem Verhalten zum Wasser irgend eine spezifische Eigenthümlichkeit zeigt.

Das Eis entsteht, sobald dem Wasser hinreichend Wärme entzogen wird. Bei völliger Ruhe kann aber letzteres bedeutend unter den Nullpunkt unserer Thermometerscale erkaltet werden, ehe die Eisbildung beginnt. Fahrenheit, der im Jahre 1721 diese Erscheinung zuerst beobachtete, sah in einer Glaskugel das Wasser noch bei $-7^{\circ},5$ R. flüssig; Gay-Lussac, als er es mit Oel bedeckt hatte, noch bei $-9^{\circ},6$ R. und Dalton gar bei $-11^{\circ},4$ R. Wenn die Erkaltung des Wassers in einer zur Spitze ausgezogenen Glaskugel vorgenommen wird, in der es zuvor ausgekocht und dann hermetisch verschlossen worden ist, so erfolgt die Gefrierung in dem Augenblicke, da man die Spitze abbricht. Dies hat wohl früher den Glauben veranlasst, es werde die Eisbildung durch den Luftdruck veranlasst; es ist aber nicht dieser, sondern die Erschütterung beim Abbrechen der Spitze die Ursache des Gefrierens. Denn auch in der ungeöffneten Glaskugel so gut wie in einem nie verschlossenen Gefäße tritt die Eisbildung ein, so wie man das Wasser durch Stoßen des Gefäßes oder Reiben seiner Außenseite mit Wachs u. dgl. in Erschütterung oder auch nur in Bewegung versetzt, doch reicht bei einer nur mäßigen, z. B. bis -5° R. getriebenen Erkaltung ein sanftes Bewegen, ein bloßes Umrühren, der ganzen Wassermasse nicht hin, sondern es muss ein Erschüttern der einzelnen Theilchen seyn. Hineingeschüttete Theilchen fester Substanzen, Staubtheilchen bewirken auch sogleich die Eisbildung, wie denn aus diesem Grunde trübes Wasser sich nicht oder sehr wenig ohne Gefrieren unter Null erkalten lässt. Besonders schnell erfolgt aber das Gefrieren, so wie man das erkaltete Wasser mit einem Stückchen Eis berührt. Alles dies sind Erscheinungen, die sich bei dem Gestarren anderer geschmolzener Substanzen, so wie bei dem KrySTALLISIREN von Salzen aus wässerigen Lösungen ganz eben so wiederfinden.

Bei dem Gefrieren des Wassers entweicht Wärme, die latente oder gebundene Wärme, welche den flüssigen Zustand des Wassers bedingt. So lange diese nicht entwichen ist, kann kein Gefrieren erfolgen. Die Schwierigkeit des Entweichens dieser Wärme ist allein die Ursache der verzögerten Eisbildung. Wenn Eis schmilzt, wird die gebundene Wärme wieder aufgenommen und diese Aufnahme erfolgt ohne alle Schwierigkeit, denn das Eis lässt sich nicht über den Nullpunkt unserer Thermometerscale so erwärmen, wie sich das Wasser unter denselben erkalten lässt. Vielmehr ist der Schmelzpunkt des Eises ein völlig unveränderlicher (auch vom Luftdrucke ganz unabhän-

giger), und eben wegen dieser köstlichen Eigenschaft hat man ihn zum Nullpunkte unserer Thermometerscale gewählt.

Die gebundene oder latente Wärme, welche das Wasser beim Gefrieren entlassen, und das Eis beim Schmelzen wieder aufnehmen muss, ist Gegenstand mehrfacher Bestimmungen gewesen von Black, Wilke und Lavoisier. Nach dem Versuche des Letztern nahm man sie bisher ganz allgemein zu 75° C. oder 60° R. an, wiewohl die Resultate der einzelnen Bestimmungen zwischen 73° und 76° C. schwankten. Nach einer neueren Untersuchung von Provostaye und Desains beträgt sie indess $79^{\circ},1$ C. und dieses Resultat ist als von Regnault bestätigt anzusehen, insofern er die Zahl $79^{\circ},06$ C. erhielt. Das Mittel hiervon $79^{\circ},08$ C. = $63^{\circ},27$ R. kann wohl als Ausdruck der Wahrheit angesehen werden. Hiernach bedarf es denn ein Pfund Wasser von $79^{\circ},08$ C. oder $63^{\circ},27$ R., um ein Pfund Eis von 0° zu schmelzen und zwei Pfund Wasser von 0° zu erhalten.

Beim Uebergang des Wassers in Eis findet eine Ausdehnung statt, an Betrag zwar gering, aber an Gewalt sehr groß, so dass Gefäße von beträchtlicher Festigkeit dadurch zersprengt werden. Schon die Mitglieder der Florentiner Akademie in der Mitte des 17ten Jahrhunderts machten diese Erfahrung, und später ist sie mehrfach sehr augenfällig bestätigt worden. Bei einem Versuche, den Wahl zu Michelstadt im Odenwalde anstellte, wurde eine mit Wasser gefüllte und fest verschlossene Bombe von $18\frac{1}{3}$ Par. Zoll Durchmesser und $2\frac{3}{4}$ Zoll Wanddicke bei Aussetzung einer Temperatur von -17° R. mit solcher Gewalt zersprengt, dass Stücke von 150 Pfd. zehn Schritt weit flogen. Das Eis muss also specifisch leichter seyn als Wasser, was denn auch schon aus dem Schwimmen desselben auf Wasser Jedermann bekannt seyn wird. Sein specifisches Gewicht beträgt nach Dumas beinahe 0,95, nach Williams 0,945, nach Irvine und Scoresby 0,937 und nach Osann 0,9268. Luftblasen, von denen das Eis nur schwierig ganz zu befreien ist, legen diesen Bestimmungen bedeutende Hindernisse in den Weg.

Ungeachtet das Wasser beim Gefrieren sich ausdehnt, theilt doch das einmal gebildete Eis die Eigenschaft aller Körper, dass es bei Erkältung sein Volum verringert und bei Erwärmung (natürlich unterhalb Null) vergrößert. Nach Heinrich's Bestimmung verkürzt sich ein Eiscylinder für eine Erkältung von 10° R. um 0,0003064.

Auch mechanischen Kräften giebt das Eis nach; es ist kein ganz spröder Körper. Als Bevan von einer größern Eismasse ein Parallelepipedum von 100 Zoll Länge, 10 Zoll Breite und 3,97 Zoll Dicke abschnitt, so dass es am einen Ende noch mit der Masse verbunden blieb, konnte er durch ein Gewicht von 25 Pfd., das er 2 Zoll vom andern Ende wirken liefs, eine Biegung von 0,206 Zoll hervorbringen. Darnach berechnete er den Elasticitätsmodulus des Eises zu 2100000 Fufs engl., während dieser Modulus für das Wasser, nach Canton's Versuchen, 2178000 Fufs betragen würde.

Die große Festigkeit des Eises, die durch diese und frühere Messungen wissenschaftlich festgestellt worden, ist niemals auffallender dargethan, als bei Gelegenheit des Eispalastes, den die Kaiserin Anna im Winter 1740 in St. Petersburg erbauen liefs. Vor demselben standen sechs Kanonen, aus welchen Kugeln von Werg und von Eisen mit

einer Ladung von $\frac{1}{4}$ Pfd. Pulver ohne Schaden abgeschossen werden konnten.

Die Formen, in welchen das Eis für gewöhnlich erscheint, sind sehr mannichfaltig. In ruhigem Wasser bildet es sich dort zuerst, wo die Erkältung am größten ist. Daher entstehen in offenen Gefäßen, wie in Flüssen und Seen, zuerst am Rande spiefsige Krystalle, die zusammen wachsen und bald eine feste Decke bilden, die fortwährend an Dicke zunimmt und ein mehr oder weniger blasenfreies Glas darstellt. In rasch strömenden Flüssen bildet es sich bei großer Kälte am Boden und an Hervorragungen desselben in Gestalt einer spiefsigen schwammigen Masse, die man Grundeis nennt. Aus der Atmosphäre endlich sehen wir es unter der Gestalt von Schneeflocken und Hagelkörnern heruntersinken. Alle diese Formen sind indess nur als Störungen der wahren Gestalt zu betrachten.

Die wahre Gestalt ist eine regelmässige Krystallgestalt, wie wir sie bei den meisten unorganisirten starren Substanzen wahrnehmen, und ohne Zweifel bei allen beobachten würden, wenn wir sie unter die geeigneten Umstände zum Krystallisiren versetzen könnten. In dieser Krystallgestalt hat man es indess bisher noch nicht künstlich darzustellen vermocht. Durch Beobachtungen an Krystallen, die mehr oder weniger ausgebildet, im Freien gefunden worden, in den sogenannten Eishöhlen oder einzeln auf der Eisdecke einer gefrorenen Wassermasse, ist so viel ermittelt, dass die Grundform entweder eine doppelsechseckige Pyramide oder ein Rhomboëder ist (Hericaert de Thury, Smithson, Clarke, Brewster). Das krystallinische Gefüge der Hagelkörner, so wie die große Mannichfaltigkeit der Formen des Schnees und der Eisblumen befreuener Fensterscheiben entspringt aus einem Zusammenwachsen der einfachen Krystalle.

Die Krystallgestalt des Eises wird auch durch sein optisches Verhalten bestätigt. Wiewohl es nämlich für gewöhnlich als ein klares, farbloses Glas ohne doppelte Strahlung erscheint, so hat doch Brewster gefunden, dass eine auf ruhigem Wasser bei gelindem Frost gebildete Eisplatte, aus welcher ein paar Rhomboëderspitzen hervorragen, senkrecht gegen ihre Dicke sich im polarisirten Lichte wie ein einaxiger Krystall verhielt. Demgemäss muss das Eis auch doppelte Strahlenbrechung zeigen und für jeden der beiden Strahlen, in die das durchgehende Licht dabei zerfällt, einen besondern Brechungscoefficienten besitzen. Man kennt diese indess noch nicht, sondern nur einen einzigen, den des klaren Eisglases, der gleichsam ein Mittel von beiden darstellt, nach Wollaston (für violette Strahlen) 1,310, nach Brewster 1,307 beträgt, während der vom Wasser = 1,336 ist.

Für Wärme aus dunkler Quelle ist das Eis ein Nichtleiter, in noch höherm Grade als Wasser. Der Wärme aus leuchtender Quelle, der Wärme der Sonnenstrahlen, gestattet es aber, wenn es sonst nur klar ist, einen freien Durchgang, ohne sich dabei zu erwärmen. Daher die für Unkundige so überraschende Erscheinung, dass man mittelst einer Linse aus Eis die Sonnenstrahlen wie durch ein Brennglas sammeln und zur Entzündung brennbarer Substanzen verwenden kann.

Seine specifische Wärme beträgt nach Clement und Desormes 0,72, nach Kirwan 0,90, nach Avogadro 0,92, gegen die des Wassers = 1,00.

Ungeachtet das Eis nicht eher schmilzt als bis es in die Temperatur 0° versetzt worden, geht es doch unterhalb dieses Punktes in Dampfgestalt über. Bei allen in freier Natur vorkommenden Kältegraden, und vielleicht noch bei weit niedrigeren, verdunstet es. Dies ist nicht allein durch directe Wägungen aus dem Gewichtsverluste, den es erleidet, nachgewiesen, sondern geht auch aus der Tafel S. 437 Thl. II. hervor, welche zeigt, dass das Eis noch bei — 20° C. eine Spannkraft von 1,333 Millimeter Quecksilberdruck besitzt.

Das Eis, völlig trocken, ist ein Nichtleiter der Elektrizität. Lässt man Wasser in dem Kreis der Volta'schen Kette gefrieren, so hört alle Wirkung auf (Erman). Wegen seines Isolationsvermögens wird es auch durch Reiben elektrisch. Acharad hat sogar eine Elektrisirmaschine mit einem Eiscylinder dargestellt. P.

Eiscalorimeter s. Calorimeter Thl. II. S. 28.

Eisen. Eigenschaften. Chemisches Zeichen: Fe (*Ferrum*). Atomgewicht = 339,205. Die Eigenschaften des in der Natur vorkommenden Eisens sind unter dem Artikel Meteoreisen nachzusehen. Das künstlich dargestellte Eisen ist entweder reines Eisen, Stabeisen, Roheisen oder Stahl.

1) Reines Eisen.

Die Eigenschaften des reinen Eisens sind bisher nicht mit der Genauigkeit untersucht worden, wie dies mit den Eigenschaften der drei im Großen gewonnenen und praktisch wichtigen Eisensorten, Stabeisen, Roheisen und Stahl, der Fall ist. Reines Eisen wird erhalten, wenn man 4 Gewichtstheile Feilspäne von gutem Stabeisen, oder besser 4 Gewichtstheile zerschnittenen, feinen Eisendraht (weil zu dünnen Drahtsorten nur das am wenigsten verunreinigte Eisen angewendet werden kann) mit etwa 1 Gewichtstheil reinem Eisenoxyd, Eisenoxyd-Oxydul, feingepulvertem Eisenglanz oder Magnetisenstein mengt, das Gemenge in einen hessischen Tiegel bringt, mit einer Schicht metallfreien Glaspulvers bedeckt, den Tiegel verkittet, und ihn, am besten in einem Sefström'schen Gebläseofen, der stärksten Weißglühhitze aussetzt. Der Sauerstoff des zugesetzten Oxyds oder Oxyd-Oxyduls verbrennt hierbei den Kohlenstoff des Stabeisens, während das überschüssige Oxyd vom schmelzenden Glase aufgenommen wird. Auf diese Weise kann man sich gut geflossene Reguli reinen Eisens bis zu einem Gewichte von $\frac{1}{2}$ Pfund und darüber verschaffen. In kleineren Quantitäten erhält man es mittelst Reduction von Eisenoxyd durch Wasserstoffgas, welche Operation sehr leicht in einer Glas- oder Porzellanröhre, unter Beihülfe einer noch nicht die Siedhitze des Quecksilbers erreichenden Temperatur ausgeführt werden kann. Das Eisen bleibt alsdann in Gestalt eines schwarzen Pulvers zurück, welches aber, wie Magnus fand, wegen seiner höchst feinen Zertheilung, gleich dem Platinschwamme, die Eigenschaft besitzt, Gase in sich zu condensiren, und sich daher, beim Zutritt der Luft, zu entzünden und zu verbrennen. Noch leichter geschieht dies, wenn das zur Reduction angewendete Eisenoxyd nicht rein, sondern mit einem feuerfesten Körper, wie Thonerde, Kieselerde u. s. w. verunreinigt war. In diesem Falle tragen nämlich diese Substanzen zu einer noch größeren Vertheilung der feinen, metallischen Eisentheile bei, und vergrößern da-

durch die Berührungsoberfläche zwischen Eisen und Sauerstoff. Um die Verbrennlichkeit des reducirten Eisens zu verhüten, muss man den Reductionsprocess bei einer höheren Temperatur vornehmen, als derselbe eigentlich erfordert. Hierdurch bewirkt man ein Zusammensintern der metallischen Theile, das reducirte Eisen bleibt als eine graue schwammige Masse zurück und entzündet sich nicht mehr von selbst.

Das nach der zuerst angegebenen Methode dargestellte reine Eisen hat im geschmolzenen Zustande eine fast silberweiße Farbe, einen schuppigen, muschligen, zuweilen krystallinischen Bruch, und besitzt die Fähigkeit, eine ausgezeichnete Politur anzunehmen. Es ist weicher als gewöhnliches Stabeisen, hat aber einen hohen Grad von Zähigkeit. Berzelius fand das specifische Gewicht desselben = 7,8439. Als es zu einer dünnen Platte ausgewalzt worden war, verminderte sich sein specifisches Gewicht merkwürdiger Weise bis auf 7,6, und nach Ausreckung desselben in einen $\frac{1}{16}$ Zoll dicken Draht bis auf 7,75. Diese Anomalien rühren, nach Berzelius' Meinung, möglicher Weise von einer Repulsion zwischen der Oberfläche des Wassers und der des Eisens her, welche natürlich in demselben Verhältnisse zunehmen muss, als sich die Oberfläche des Eisens vergrößert, und durch die das unter Wasser hängende Eisenstück mit einer zwar äußerst dünnen, aber doch zur Gewichtsverminderung des Eisens beitragenden, luftleeren oder luftgefüllten Schicht umgeben wird. Es ließe sich jedoch auch annehmen, dass der Grund zu diesem sonderbaren Phänomen in der Verschiedenheit der molecularen Anordnung bei dem geschmolzenen, gewalzten und zu Draht gezogenen reinen Eisen zu suchen sey. In dem erstgenannten, stets mehr oder weniger krystallinischen Metalle können die Molecule eine, für die größtmöglichste Dichtigkeit der Masse, zweckmäßigere Anordnung haben, als in den beiden anderen, bei denen diese Anordnung durch den Process des Walzens oder Ausreckens in verschiedenem Grade gestört worden ist. Ein analoges Beispiel für ein solches Verhalten dürfte das Wismuth liefern, welches durch bloßes heftiges Zusammenpressen, ohne dass seine Oberfläche vergrößert wird, dichter zu werden scheint¹⁾. — Die specifische Wärme des reinen Eisens ist wahrscheinlich etwas geringer als 0,11379, welche Zahl, nach Regnault, die specifische Wärme des Stabeisens ausdrückt, wenn die des Wassers = 1 gesetzt wird. Aus Regnault's Versuchen mit Stabeisen, Gussstahl und weißem Roheisen scheint nämlich hervorzugehen, dass die Wärmecapazität des Eisens mit seinem Kohlenstoffgehalte zunimmt. Das reine Eisen ist noch schwieriger schmelzbar als Stabeisen. Es vermag den Magnetismus weniger in sich zurückzuhalten als letzteres, obgleich es stärker vom Magnete angezogen wird. Dagegen ist dasselbe ein besserer Leiter der Elektrizität als jedes kohlenstoffhaltige Eisen, und ist der Oxydation durch die gemeinschaftliche Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit und Kohlen-säure noch mehr ausgesetzt als dieses.

2) Stabeisen.

Gutes Stabeisen enthält, als wesentlichen Bestandtheil, in der Regel $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Procent Kohlenstoff. Unter seine zufälligen Bestandtheile, die jedoch meist in noch weit geringerer Menge auftreten, ge-

¹⁾ Matchand und Scheerer in Erd. u. March. Journ. f. prakt. Chemie, XXVII. 4. S. 209.

hören vorzüglich Schwefel, Phosphor, Silicium und Mangan, von denen die beiden ersteren die schädlichsten Einflüsse auf die Güte des Stabeisens haben, Silicium dagegen weniger, und Mangan gar nicht schädlich, in mancher Beziehung sogar von guter Wirkung ist. Je nach dem Gehalte an Kohlenstoff und zufälligen Beimengungen, sind die Eigenschaften verschiedener Stabeisensorten mehr oder weniger großen Verschiedenheiten unterworfen.

Die Farbe des Stabeisens ist lichtgrau, einerseits in's lichtbläulich Graue, ja fast Silberweiße, andererseits in's Dunkelgraue übergehend. An diesen verschiedenen Nüancen ist nicht die relative Menge des Kohlenstoffs allein Schuld, sondern auch der Gehalt an unwesentlichen Beimengungen trägt hierzu bei. Eine sehr helle Farbe des Stabeisens kann vorzüglich herrühren 1) von einem Mangel an Kohlenstoff, 2) von einem Gehalt an Silicium, 3) von einem Gehalt an Phosphor; eine verhältnißmäßig dunkle Farbe dagegen 1) von einem großen Kohlenstoffgehalte, 2) von einer Verunreinigung durch Schwefel, 3) von einem Mangangehalte. In den meisten Fällen werden natürlich mehre von diesen Ursachen zugleich wirksam seyn.

Der Glanz des Stabeisens ist nicht von dessen Farbe abhängig, indem lichte und dunkle Sorten desselben sowohl starken als schwachen Glanz haben können. Ein Ueberfluss von Kohlenstoff, so wie auch ein fast gänzlicher Mangel desselben, ferner ein Gehalt an Silicium und Phosphor bewirken größeren, ein mittlerer Kohlenstoffgehalt dagegen, so wie das Vorhandenseyn von Schwefel und vielleicht Mangan, geringeren Glanz. Eine unmittelbare Folge aus dem Angeführten ist es also: 1) dass sehr liches und zugleich stark glänzendes Stabeisen entweder zu wenig Kohlenstoff enthält (in diesem Falle besitzt es einen Stich in's Bläuliche), oder dass es stark durch Silicium oder Phosphor verunreinigt ist (in welchem Falle die Farbe fast rein weiß erscheint); 2) dass sehr dunkles und wenig glänzendes Stabeisen vielleicht Kohlenstoff in hinreichender Menge, aber möglicher Weise Schwefel (oder Mangan?) enthält; 3) dass liches und wenig glänzendes Eisen sehr wahrscheinlich einen mittleren Kohlenstoffgehalt und nur geringe Beimengungen schädlicher Bestandtheile bei sich führt, indem beträchtliche Mengen von Phosphor und Silicium seinen Glanz vermehren, Schwefel aber seine Farbe dunkler machen würde; 4) endlich, dass dunkles und doch zugleich glänzendes Eisen einen etwas hohen Kohlenstoffgehalt, aber keine bedeutende Quantität schädlicher Gemengtheile besitzt, denn Schwefel würde seinen Glanz geringer, Silicium oder Phosphor aber seine Farbe lichter machen. Haben daher Farbe und Glanz einer Stabeisensorte die unter 3 und 4 angeführte Beschaffenheit, so ist Grund vorhanden, gute Eigenschaften bei derselben voranzusetzen. Noch genügendere Schlüsse auf die Güte des Stabeisens lassen sich aber thun, wenn man die Merkmale, welche Farbe und Glanz an die Hand geben, noch mit denen combinirt, welche sich aus der Textur entnehmen lassen.

Textur. Je nachdem Stabeisen zu dickeren oder dünneren Stäben ausgereckt, oder gar zu Draht ausgezogen wurde, ist die Textur desselben eine verschiedene. Wird also die Größe des Querschnittes eines Eisenstabes nicht berücksichtigt, so können Eisenstäbe von sehr ungleicher Dicke eine ganz ungleiche Textur haben, in der That aber doch aus einerlei Eisen bestehen. Die Erkennung der Textur des

Stabeisens ist aber noch mit einer Schwierigkeit anderer Art verbunden. Da nämlich die Textur eines Körpers mit Genauigkeit nur auf seinem Bruche erkannt werden kann, indem sich hier die innere Anordnung seiner grösseren Theile dem Auge aufschliesst, so ist es klar, dass die Textur bei allen geschmeidigen Körpern schwierig zu beurtheilen seyn wird, weil ihre Bruchfläche nur ein mehr oder weniger modificirtes Bild ihrer inneren Theilanordnung zu geben vermag. In hohem Grade ist dies aber der Fall bei einem nicht allein sehr geschmeidigen, sondern zugleich auch außerordentlich festen und zähen Metalle, wie das Stabeisen. Eine wahre Bruchfläche lässt sich bei demselben, wenn es guter Qualität ist, gar nicht hervorbringen, sondern nur eine Zerreißungsfläche, auf welcher mehr oder weniger Haken und Sehnen, als Folge der geschehenen Dehnung und Zerreißung hervorragen. Soviel lässt sich jedoch aus der Beschaffenheit der Zerreißungsfläche mit Sicherheit entnehmen, dass die Textur des Stabeisens desto körniger ist, je weniger dasselbe mechanischem Drucke (durch Walzen, Hämmern und dergleichen) ausgesetzt worden ist. Ein Stück einer fertig gefrischten und langsam erkalteten Luppe (gefrischtes aber noch nicht ausgeschmiedetes Stabeisen) hat ein ganz körniges Gefüge. Diese krystallinischen Körner, welche man sich nicht wie bloß aneinandergefügte Krystallindividuen, sondern vielfach mit einander verwachsen denken muss, verlieren durch Ausrecken unter dem Hammer oder durch das Auswalzen ihre Gestalt, und werden band- oder fadenförmig, und zwar um so mehr, je dünner die Stangen sind, in welche das Eisen ausgehämert oder ausgewalzt worden. Will man aus der Beschaffenheit der Zerreißungsfläche zweier Stabeisensorten einen Schluss auf die Güte derselben ziehen, so ist es also erforderlich, dass man Stäbe von gleicher Breite und Dicke hierzu anwendet. Quadratstäbe unter 1 Zoll Seite, und Bandstäbe unter $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke wählt man nicht gern, weil sonst die Beurtheilung unsicherer wird, indem einestheils die Faden und Sehnen zu dünn werden, anderentheils auch weniger gute Stabeisensorten in sehr dünnen Stangen eine mehr oder weniger fadige und sehnige Textur erlangen. Je mehr sich nun auf der Bruchfläche das Bild einer schwierigen Zerreißung ausprägt, je mehr Haken und Zacken (wenn der Eisenstab größere Durchschnitts-Dimensionen hat) oder Sehnen und Faden (wenn derselbe geringere besitzt) sich auf derselben zeigen, desto zäher und fester ist das betreffende Stabeisen. Zeigen sich daher Körner, welche mehr zerbrochen als zerrissen sind, so ist eine entgegengesetzte Eigenschaft desselben kaum einem Zweifel unterworfen, und hauptsächlich entweder ein Gehalt an Phosphor oder Silicium, oder von beiden zugleich zu vermuthen. Schwefel verhindert weniger die Bildung einer guten Zerreißungsfläche, ein zu hoher Kohlenstoffgehalt kann aber ebenfalls darauf hinwirken. Farbe und Glanz des Stabeisens geben alsdann nähere Aufschlüsse über den wahrscheinlichen Grund seiner schlechteren Qualität. — Nicht hinreichend gefrischtes Stabeisen pflegt oft aus einem Gemenge von fast noch unverändertem Roheisen und fertig gebildetem Stabeisen zu bestehen, und daher einen gemischten Bruch zu besitzen, indem sich auf demselben theils Sehnen und Zacken, theils kantige Körner zeigen, welche letzteren die Stellen verrathen, an denen sich das noch zu sehr kohlenstoffreiche Eisen befindet. — Wird sehniges Stabeisen bis zur Schweiß-

hitze gebracht, und dann plötzlich in Wasser abgelöscht, so verliert es seine Textur, wird körnig, und zeigt auf dem Bruche eine körnig hakige Beschaffenheit. Beim abermaligen Erhitzen bis zur erwähnten Temperatur und nachherigem Ausrecken, erlangt es jedoch seine sehnige Textur vollkommen wieder. — Auch ein gewisser, lange und in Absätzen wirkender starker Druck scheint dem sehnigen Eisen mit der Zeit eine körnige Textur zu geben. Auf dem Harze hat man nämlich die interessante Erfahrung gemacht, dass die Glieder aller Kettenseile (Ketten, welche in Schachten besonders zum Fördern, d. h. zum Heraufziehen des gewonnenen Erzes u. s. w. gebraucht werden) an den Stellen, wo zwei Kettenglieder einander berühren, nach längerem Gebrauche eine vollkommen feinkörnige, stahlartige Textur erhalten. Zerreißt eine solche Kette, so ist es stets an diesen Stellen, welche, durch Einbüßung ihrer sehnigen Textur, an Festigkeit verloren haben. —

Die Härte der verschiedenen Stabeisensorten lässt sehr bedeutende Unterschiede zu, indem sowohl ein größerer Kohlenstoffgehalt, als das Vorhandenseyn gewisser Verunreinigungen, größere Härte zur Folge haben. Man kann wohl annehmen, dass es kein Stabeisen giebt, dessen polirte Oberfläche (diese allerdings schwieriger als die gefeilte) nicht durch Feldspath geritzt würde, aber es kommt auch vieles Stabeisen vor, welches durch Apatit geritzt wird, ja zuweilen solches, dessen Härte die des Flussspathes kaum übertrifft. Licht bläuliches und stark glänzendes (verbranntes oder sehr kohlenstoffarmes) Stabeisen ist am weichsten. Lichtes und zugleich wenig glänzendes Stabeisen pflegt ebenfalls sehr weich, dunkles und glänzendes weniger weich, dunkles und mattes dagegen, so wie licht weißes und zugleich stark glänzendes härter zu seyn. Den Grund hiervon wird man leicht finden, wenn man die Ursachen berücksichtigt, welche beim Stabeisen die genannten Zustände der Farbe und des Glanzes hervorbringen. — Wird glühendes Stabeisen in kaltem Wasser abgelöscht, so erlangt es hierdurch eine nur sehr wenig größere Härte als zuvor, und zwar ist diese Zunahme um so geringer, je ärmer an Kohlenstoff und fremden Bestandtheilen dasselbe war. —

Festigkeit. Von großer Wichtigkeit für praktische Zwecke ist es, die Festigkeit des Stabeisens zu kennen, und es fehlt daher auch nicht an Versuchen über diesen Gegenstand. Dass diese Versuche keine sehr übereinstimmenden Resultate gegeben haben und geben konnten, ist eine unmittelbare Folge aus der schon mehrfach erwähnten, verschiedenartigen chemischen Beschaffenheit der Stabeisensorten. Was zuerst die absolute Festigkeit des Stabeisens betrifft, so stellt Karsten, hauptsächlich auf die Versuche von Muschenbrock, Soufflot, Rennie, Telford, Brown, Seguin und Brunel gestützt, die Regel auf, dass ein quadratischer Stab aus gutem Eisen, und von 1 Quadratzoll rheinl. Querschnittsfläche, erst bei einem angehängten Gewichte von 58,000 Berliner Pfunden zerreißen muss. Werden Stäbe von größerem Querschnitte angewendet, so zerreißen dieselben bei einer verhältnissmäßig viel geringeren Belastung, während Stäbe von kleinerem Querschnitte eine verhältnissmäßig viel größere Belastung aushalten. Das Stabeisen folgt also nicht dem sonst allgemein gültigen Gesetze, dass die absolute Festigkeit von Stäben aus gleicher Masse im gleichen Verhältnisse mit den Querschnitt-

ten derselben steht. So trägt z. B. ein Eisenstab von $\frac{1}{4}$ Quadratzoll rheinl. Querschnittsfläche nicht etwa $\frac{1}{4} \times 58,000 = 14,500$ Pfunde, sondern 17,500 Pfd. vor dem Zerreißen. Ebenso zerreißt ein Eisenstab von $\frac{1}{8}$ Quadratzoll Querschnitt nicht bei $\frac{1}{8} \times 58,000 = 7,250$, sondern erst bei 9,375 bis 10,000 Pfd. Während also ein quadratischer Stab guten Eisens von 1 Zoll Seite bei 58,000 Berl. Pfd. Belastung zerreißt, tritt die gemeinschaftliche Zerreißen von vier neben einander aufgehängten Eisenstäben, jeder von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchschnittsfläche (zusammen also ebenfalls 1 Quadratzoll Querschnitt) erst bei 70,000 Pfd., und von acht neben einander aufgehängten Stäben, jeder von $\frac{1}{8}$ Quadratzoll Querschnitt, erst bei 75—80,000 Pfd. ein. Dies anscheinend sehr paradoxe Phänomen findet seine Erklärung leicht in dem, was über die Textur des Stabeisens angeführt wurde, dass nämlich gutes Stabeisen sein ursprüngliches, körniges Gefüge desto mehr in ein sehniges umändert, je dünner die Stangen sind, in welche man es ausreißt, je öfter es also die Walzen oder den Hammer hat passieren müssen. Guter Eisendraht hat daher die größte absolute Festigkeit. Drähte von der Dicke des gewöhnlichen Klavierdrahtes in solcher Anzahl neben einander aufgehängt, dass ihre sämtlichen Querschnitte zusammengenommen 1 Quadratzoll ausmachen, vermögen eine Belastung von etwa 130,000 Berl. Pfd. zu tragen. — Von jeder der eben angegebenen Maximum-Belastungen, darf in der Praxis, wenn man Eisenstangen und Drähte zum Tragen von Lasten benutzen will, nur etwa die Hälfte angewendet werden, indem hierdurch die Elasticitätsgrenze des Stabeisens noch nicht merklich überschritten wird. Wenn man z. B. einen Eisenstab von 1 Quadratzoll Querschnitt, welcher bei 58,000 Berl. Pfd. zerreißen würde, mit 29,000 Pfd. belastet, so erleidet derselbe, vermittelt seiner Elasticität, eine geringe Ausdehnung, welche aber fast ganz wieder verschwindet, sobald die Belastung entfernt wird. Nach Tredgold's und Duleau's Versuchen ist diese Elasticitätsgrenze geringer. Ersterer fand nämlich, dass ein Eisenstab von 1 Quadratzoll Querschnitt nicht viel über 18,233 Pfd. tragen könne, ohne eine, auch nach der Fortschaffung der Belastung, bleibende Dehnung zu erhalten. Die wieder verschwindende Dehnung beträgt nach Tredgold $\frac{1}{1400} = 1,000714$, nach Duleau 1,000620 von der Länge des Stabes. Bei geglühtem (aber nicht hierbei ausgehecktem) und darauf langsam erkaltetem Stabeisen ist die absolute Festigkeit, so wie auch die Elasticitätsgrenze geringer als bei anderem. Beide sind auch weniger groß in einem über den Kochpunkt des Wassers erwärmten, als in einem kalten Eisenstabe. Zwischen 0° und 100° C. scheinen sie keinen bedeutenden Veränderungen unterworfen zu seyn. — Ueber die relative Festigkeit des Stabeisens mangelt bis jetzt noch hinreichende Versuche. Das Wenige, welches darüber bekannt ist, bezieht sich hauptsächlich auf die Kraft, die erfordert wird, um einen Eisenstab von gegebener Dicke zu zerbrechen, aber nicht auf das Belastungs-Maximum, welches ein mit einem Ende befestigter, horizontaler, oder auch ein mit beiden Enden aufliegender Eisenstab zu tragen vermag, ohne dass die Ueberschreitung seiner Elasticitätsgrenze zu befürchten steht. — Die rückwirkende Festigkeit des Stabeisens ist von Rondelet untersucht worden. Derselbe fand, dass ein Gewicht von etwa 72,000 preussischen Pfunden dazu gehört, um einen Stabeisenwürfel von 1 Zoll Seite zu zerdrücken.

Würfel von kleineren Dimensionen, z. B. von $\frac{1}{2}$ Zoll Seite, erfordern etwa denselben Druck¹⁾.

Die Geschmeidigkeit des Stabeisens ist nicht ganz so groß wie die des chemisch reinen Eisens, aber bedeutend genug, um dem Stabeisen eine der ersten Stellen unter den geschmeidigen Metallen einzuräumen. Der Grad der Geschmeidigkeit eines Metalls ist der Complex seiner Härte und Festigkeit. Es gehört eine gewisse Weichheit dazu, dass ein Metall einem nicht starken mechanischen Druck oder Stofs nachgebe, indem es an den Angriffspunkten der Kraft ausweicht; aber es wird zur Geschmeidigkeit zugleich ein Grad der Festigkeit erfordert, welcher verhindert, dass das Metall bei diesem Ausweichen nicht seinen Zusammenhang verliere.

Ein hartes Metall ohne große Festigkeit wird nicht geschmeidig seyn können, weil die Kraft, welche dazu gehört, seine Form zu ändern, auch schon hinreichend seyn kann, den Zusammenhang seiner Theile aufzuheben. Dies ist der Fall bei vielen der härteren Metalle, die sich leicht pulvern lassen. Ein hartes Metall mit bedeutender Festigkeit kann aber geschmeidig seyn, sobald nur Härte und Festigkeit in dem richtigen Verhältnisse stehen. Hierzu liefern die härteren Sorten des Stabeisens und der ungehärtete Stahl Belege. Ist ein Metall weich, und besitzt doch zugleich eine verhältnissmäßig große Festigkeit, so werden offenbar die höchsten Grade der Geschmeidigkeit, wie sie sich z. B. beim Golde und Silber, und zum Theil auch bei den weichsten Stabeisensorten finden, erreicht werden müssen. Ist endlich ein Metall weich und nicht verhältnissmäßig fest, so kann hierdurch wohl eine Art von Knetbarkeit, eine leichte Verschiebbarkeit der Theile bewirkt werden, aber es sind nicht die günstigsten Bedingungen vorhanden, demselben eine ausgezeichnete Geschmeidigkeit zu ertheilen, von der man besonders verlangt, dass sich das Metall zu den dünnsten Platten aushämmern oder auswalzen, und zu den feinsten Drähten ausziehen lassen muss. Hiervon giebt das Blei ein instructives Beispiel. — Es sind besonders drei Umstände, welche einen großen Einfluss auf die Geschmeidigkeit des Stabeisens, so wie überhaupt auf die eines jeden anderen Metalls ausüben, nämlich 1) die Temperatur, 2) die chemische Beschaffenheit und 3) die mechanische Anordnung. Was zuerst die Temperatur betrifft, so ist es eine bekannte Thatsache, dass alle Metalle mit zunehmender Kälte spröder, mit zunehmender Wärme aber meist geschmeidiger werden. Stabeisen kann jedoch nicht leicht so stark abgekühlt werden, dass es, ähnlich dem Stahle, bei den ersten Hammerschlägen zerspringt. Durch Erhitzen bis zum Glühen wächst seine Geschmeidigkeit bedeutend, indem es an Weichheit zunimmt und seine Festigkeit nicht unverhältnissmäßig vermindert wird. Die chemische Beschaffenheit des Stabeisens ist unleugbar vom größten Einflusse auf dessen Geschmeidigkeit. Diejenigen zufälligen Bestandtheile, deren Beimischung das Stabeisen am häufigsten ausgesetzt ist, und die seine Geschmeidigkeit am meisten beeinträchtigen, sind: Schwefel, Phosphor und Silicium. Ein kleiner Gehalt an Schwefel wirkt, bei gewöhnlicher Temperatur, nicht merklich nachtheilig auf die Geschmei-

¹⁾ Die Beschreibung der neuesten, sehr wichtigen Versuche und Resultate über die Elasticität und Festigkeit des Stabeisens siehe in Hausmann's Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde. Bd. IV. 287.

digkeit des Stabeisens, aber, nach Karsten sind schon 0,03 Procent Schwefel hinreichend, um das Eisen, wie der praktische Ausdruck dafür lautet, rothbrüchig zu machen, d. h. leicht brechend, brüchig in der Rothglühhitze. Phosphor ruft den entgegengesetzten Nachtheil hervor; etwa 1 Procent desselben macht das Eisen schon kaltbrüchig, brüchig bei gewöhnlicher Temperatur. Silicium hat eine ähnliche Wirkung wie Phosphor, aber noch in einem höheren Grade, denn schon etwa 0,3 Procent desselben verursachen Kaltbruch des Eisens. Ein bedeutender Siliciumgehalt pflegt jedoch selten im Stabeisen vorhanden zu seyn, da es leicht ist, denselben beim Frischprocesse fortzuschaffen. Ein Gehalt an Mangan scheint für die Geschmeidigkeit des Stabeisens nichts weniger als nachtheilig. Was endlich den dritten wichtigen Umstand bei der Geschmeidigkeit des Stabeisens, die mechanische Anordnung, anbelangt, so ist hiermit gemeint, dass die Molecule des Eisens eine Anordnung haben können, welche der Geschmeidigkeit entgegenwirkt. Eine solche innere Theil-Anordnung wird in einem Eisenstabe, z. B. durch lange fortgesetztes Hämmern hervorgebracht. Er gewinnt hierdurch sehr an Elasticität, verliert aber an Weichheit und besonders Geschmeidigkeit. Nur durch Ausglühen kann ihm seine vorige Geschmeidigkeit wiedergegeben werden. Auch Stabeisen, jedoch vorzüglich nur das kohlenstoffreichere, welches glühend im Wasser abgelöscht wird, büßt einen geringen Theil seiner Ductilität ein.

Das specifische Gewicht des Stabeisens variirt etwa zwischen den Grenzen 7,3 und 7,9, lässt sich also durchschnittlich zu 7,6 annehmen. Im Allgemeinen hat gutes Stabeisen ein specifisches Gewicht, welches diesem mittleren nahe kommt; jedoch fehlt es auch nicht an Beispielen, die beweisen, dass gute Stabeisensorten sowohl eine größere als geringere specifische Schwere haben können. Umstände mechanischer Art sind hierbei zuweilen mitwirkend. Karsten ermittelte, dass Eisen, welches in Stäben von 4 Zoll Breite und 1 Zoll Dicke ein specifisches Gewicht von 7,8010 besaß, dasselbe bis zu 7,8621 vergrößerte, als es zu einem sehr dünnen Bleche ausgewalzt wurde. Ebenso fand er, dass Eisen von 7,7938 spec. Gew. bis zum schwächsten Draht ausgezogen, ein spec. Gewicht von 7,8425 erhielt. — Für praktische Zwecke kann man das absolute Gewicht eines preussischen Cubikfußes Stabeisen zu 514 preufs. Pfunden, das eines Cubikzolles also zu 9,52 Loth annehmen.

Verhalten des Stabeisens zur Wärme. — Das Wärmestrahlungs-Vermögen des Eisens ist größer, als das des Goldes, Silbers, Kupfers und Zinnes, aber kleiner, als das des Quecksilbers und Bleies. Hat man also gleichgroße und gleichwarmer polirte Oberflächen dieser Metalle, so wird Eisen, in einem gegebenen Zeitraume, mehr Wärme, als die erstgenannten, und weniger, als die letztgenannten Metalle ausstrahlen. Rufs und Wasser besitzen fast ganz gleiches, und zwar das größte Wärmestrahlungsvermögen. Setzt man dies = 100, so ist das des Eisens = 15, während das der erstgenannten Metalle etwa = 20 und das des letztgenannten = 12 ist. — Die specifische Wärme sehr reinen Stabeisens ist nach Dulong und Petit = 0,1100, nach Regnault = 0,11379. Kohlenstoffreiches Stabeisen hat eine etwas größere specifische Wärme; ein Gleiches ist auch meist mit unreinem Stabeisen der Fall. — Weber hat gezeigt, dass die Temperatur des Eisens um 100° C. erhöht oder erniedrigt wird, nachdem man

dessen Volumen entweder durch Druck um $\frac{1}{18}$ vermindert, oder durch Ausdehnung um ein Gleiches vermehrt. — Nach Despretz's Versuchen verhält sich das Wärmeleitungs-Vermögen des Eisens zu dem des Goldes wie 374,3 zu 1000. — Ueber die Ausdehnung des Stabeisens durch die Wärme sind eine nicht unbedeutende Anzahl von Versuchen angestellt worden. Die ausführlichsten und genauesten derselben dürften die von Hällström und von Dulong und Petit seyn. Hällström untersuchte diese Ausdehnung zwischen den Temperaturen — 40° C. und + 100° C., und erhielt dabei folgende Resultate:

Temperatur:	Länge des Eisens:
— 40° C.	0,999682
— 30°	0,999721
— 20°	0,999811
— 10°	0,999904
0°	1,000000
+ 10°	1,000102
+ 20°	1,000211
+ 30°	1,000328
+ 40°	1,000453
+ 50°	1,000588
+ 60°	1,000734
+ 70°	1,000892
+ 80°	1,001063
+ 90°	1,001247
+ 100°	1,001446

Das zu diesen Versuchen angewendete Stabeisen hatte bei 19° C. ein specif. Gew. von 7,737. Davy fand, dass Stabeisen sich zwischen dem Gefrier- und Siedepunkte um 0,00126 ausdehnt. Dulong's und Petit's Untersuchungen gaben Resultate, welche mit denen von Hällström nicht gut übereinstimmen. Sie fanden nämlich den Coefficienten für die Längenausdehnung, für jeden Grad zwischen 0° und 100° C. = $\frac{1}{84600}$, die ganze Längenausdehnung zwischen Gefrier- und Siedepunkt also = $\frac{1}{694}$, während dieselbe nach Hällström = $\frac{1}{694}$ oder $\frac{1}{694}$ ist. Möglicher Weise hat die Beschaffenheit des Stabeisens zu dieser Abweichung Veranlassung gegeben. Für jeden Grad zwischen 100° C. und 300° C. (etwa der Schmelzpunkt des Bleies) bestimmten Dulong und Petit den Längenausdehnungs-Coefficienten zu $\frac{1}{68100}$. Rinman ermittelte die Längenzunahme eines rothglühenden Eisenstabes, der bis zur Weißgluth erhitzt wurde, zu $\frac{3}{560}$. Derselbe giebt die ganze Längenausdehnung, welche Stabeisen zwischen einer Temperatur von etwa 20° C. bis zur Weißglühhitze erleidet, zu $\frac{7}{560}$ an. —

Der Schmelzpunkt des Stabeisens ist noch nicht mit Genauigkeit ermittelt; man weiß nur so viel, dass derselbe zwischen den Schmelzpunkten des Roheisens und Platins liegt. Die Temperatur, bei welcher Roheisen und die, bei welcher Platin schmilzt, sind aber nur annäherungsweise bekannt, erstere mag etwa 1550° — 1650° C., und letztere 2500° — 2650° C. seyn, so dass sich der Schmelzpunkt des Stabeisens, in runder Zahl, allenfalls auf 2000° C. schätzen lässt. — Wird Stabeisen bis zum Weißglühen erhitzt, so erweicht dasselbe in einem solchen Grade, dass es

leicht mechanische Eindrücke annimmt, sich biegen, walzen und durch den Hammer bearbeiten lässt. Das Eintreten dieses Zustandes großer Ductilität geschieht nicht plötzlich; schon bei der Rothglühhitze wird das Stabeisen merklich weicher, und fährt nun fort, bei steigender Temperatur, an Weichheit zuzunehmen, bis es beim Weißglühen endlich eine gewisse, wachsartige Knetbarkeit erlangt, welche, bei noch mehr erhöhter Temperatur, zuletzt in wirkliche Flüssigkeit übergeht. Werden zwei weißglühende Stücke Stabeisen an einander gelegt, so können dieselben durch Hammerschläge, Pressen u. dgl. zu einem einzigen Stücke vereinigt, gewissermaßen verknüpft werden. Die Vereinigung zweier Stabeisenstücke auf diese Weise ist so innig, dass beide nun durchaus als Eins zu betrachten sind, indem keine mechanische Gewalt im Stande ist, dieselben genau an der Stelle wieder zu trennen, wo die Zusammenfügung geschah. Diese Eigenschaft des Stabeisens, sich in der Weißglühhitze durch mechanischen Druck bleibend aneinanderfügen zu lassen, bezeichnet man mit dem Namen der Schweißbarkeit. Diese Benennung ist offenbar eine etwas unlogische Ableitung aus dem Worte »Schweißhitze«, womit man die Weißglühhitze, wenn von ihr mit Beziehung auf das Stabeisen die Rede ist, zu bezeichnen pflegt. Stabeisen, welches zwischen Kohlen bis zur Weißgluth erhitzt wird, bedeckt sich nämlich mit einer leichtflüssigen Schlacke (von deren Entstehungsart weiter unten die Rede seyn wird), welche, beim Herausziehen des weißglühenden Eisens aus den Kohlen, theils abtropft, theils durch die Hammerschläge umhergeschleudert wird. Das Eisen scheint alsdann gewissermaßen zu schwitzen; und daher mag wohl obige Benennung kommen. Die Schweißbarkeit kommt, außer dem Eisen, nur noch dem Platin zu. Warum nicht andere Metalle schweißbar sind, findet seine Erklärung in Folgendem. Das erste Erforderniss zur Schweißbarkeit eines Metalls ist eine schon weit vor seinem Schmelzpunkte eintretende allmähliche Erweichung, welche bei keinem andern Metalle in vollkommener Art, als bei Platin und Eisen stattfindet. Zwar alle Metalle erweichen in der Glühhitze mehr oder weniger, aber entweder nicht hinreichend, oder ihr Schmelzpunkt liegt dieser Erweichung so nahe, dass es sehr schwierig wird, den rechten Hitzpunkt zu treffen. Gold und Silber schmelzen fast plötzlich, ohne vorher merklich erweicht gewesen zu seyn; einige der unedlen Metalle zeigen aber ein in dieser Hinsicht günstigeres Verhalten, und sie würden sich vielleicht schweißen lassen, wenn sie eine zweite, ebenso wichtige Bedingung erfüllten. Diese besteht darin, dass der mechanischen Vereinigung zweier glühend erweichten Metallstücke keine, durch das Glühen gebildete, Oxydschicht hindernd im Wege ist. Beim Platin ist dies natürlicher Weise durchaus nicht der Fall, weil sich dasselbe bei keiner Temperatur durch den Sauerstoff der Luft oxydirt, also auch in der Weißglühhitze eine vollkommen reine, metallische Oberfläche besitzt, die dem Zusammenschweißen zweier Platinstücke kein Hinderniss in den Weg legt. Man sollte also meinen, dass sich das Eisen, wegen seiner leichten Oxydirbarkeit, nicht schweißen lassen könnte, indem es sich bekanntlich in höheren Temperaturen sehr schnell mit einer Oxyd-Oxydulschicht bedeckt. Nur zum Theil kann dies dadurch verhindert werden, dass man die Eisenstäbe zwischen Kohlen erhitzt; mehr aber als dieser Umstand trägt, zur Fortschaffung dieser Schicht oxydirten Eisens, die Anwesenheit von Kieselerde bei, welche in jedem Schmiede-

fener stattfindet. Nicht nur dass, durch Verbrennung der Kohlen, viel Kieselerdehaltige Asche auf dem Heerde zurückbleibt, sondern man bestreut auch oft die zu schweisenden Eisenstangen mit reinem Quarzsande. Dies hat seinen guten Grund. Eisenoxyduloxyd, noch mehr aber reines Eisenoxydul, giebt mit Kieselerde eine leicht- und dünnflüssige Schlacke. Diese ist es, welche vom schweißswarmen Eisen abtropft und durch Hammerschläge umbergeschleudert wird. Ueberzieht sich also weißglühendes Stabeisen mit einer dünnen Schicht dieser Schlacke, so kann diese dem Schweißen kein Hinderniss seyn, weil sie, durch starken mechanischen Druck, zwischen den auf einander gelegten Eisenstücken leicht ausgepresst wird, und die reine metallische Oberfläche des Eisens zurücklässt. Wäre aber auch wirklich stellenweise eine mit einer dünnen Oxyd-Oxydul-Haut überzogene Oberfläche vorhanden (die dickeren Häute springen leicht bei den ersten Hammerschlägen ab, welche der Schmied auf die Eisenstäbe thut, ehe er sie auf einander legt), so würde dies das feste Zusammenhalten der an einander geschweißten und darauf erkalteten Eisenstücke durchaus nicht beeinträchtigen. Man kann nämlich annehmen, dass, wenn eine dünne Oxyd-Oxydul-Schicht zwischen zwei weißglühenden Eisenstücken liegt, dieselbe leicht und schnell reducirt wird, weil der Kohlenstoffgehalt des Stabeisens bei dieser Temperatur augenblicklich reducirend auf die oxydirte Haut einwirkt. Aus diesem Grunde erhält man eben, wie früher angeführt, reines Eisen, wenn Eisenoxyd oder Eisenoxydul und Stabeisen zusammengeschmolzen werden. An solchen Stellen, wo die Schweisstücke mit einer dünnen oxydischen Haut bedeckt waren, wird also gewissermaßen Stabeisen an Stabeisen durch kohlenstofffreies Eisen festgelöthet. Dass diese Art der Befestigung übrigens nicht ganz unwesentlich ist, ersieht man daraus, dass verbranntes Eisen (Stabeisen, welches durch zu lange Schweifshitze seinen Kohlenstoffgehalt fast gänzlich verloren hat) sich fast gar nicht, oder doch nur äußerst schwierig und unvollkommen schweißen lässt. —

Verhalten des Stabeisens zum Magnetismus. — Stabeisen äußert eine noch lebhaftere Wirkung auf die Magnetnadel als Stahl, und wird durch Bestreichen mittelst eines Magnetes noch schneller magnetisch als dieser, vermag aber den Magnetismus nicht so dauernd zu fesseln. Eine Magnetnadel, aus Stabeisen angefertigt, würde nach sehr kurzer Zeit ihren Magnetismus fast gänzlich wieder einbüßen, wie stark derselbe auch anfangs gewesen seyn mag. Je weniger Kohlenstoff das Stabeisen enthält, desto schneller schwindet die ihm beigebrachte magnetische Polarität. Es scheint also hiernach, dass ein gewisser Kohlenstoffgehalt durchaus nothwendig ist, um die magnetische Kraft dauernd an das Eisen zu binden. Ob hierbei der Kohlenstoff als solcher wirkt, oder ob derselbe nur eine gewisse, für die Zurückhaltung der magnetischen Kraft günstige Anordnung der Eisenmoleculare hervorruft (eine Anordnung, welche also vielleicht auch durch andere Stoffe als Kohle bewirkt werden könnte), ist bisher noch keineswegs ausgemacht. — Stellt oder hängt man einen Eisenstab in annähernd senkrechte Richtung, so wird derselbe mit der Zeit magnetisch. Nach *Torelli de Narci* ist dies schon der Fall, wenn der Eisenstab mit dem Horizont einen Winkel von mehr als 20° macht. — Durch Rothglühen wird der Magnetismus des Eisens fast ganz, durch Weißglühhitze gänzlich zerstört.

Verhalten des Stabeisens zur Elektrizität. — Das Stabeisen gehört zu den schlechteren elektrischen Leitern unter den Metallen. Wird das elektrische Leitungsvermögen des Kupfers = 100 gesetzt, so ist das des Eisens nach Harris = 20, nach Becquerel = 15,8 und nach Lenz = 17,74. Lenz ermittelte, dass die Temperatur großen Einfluss auf die Leitungsfähigkeit eines Metalls ausübt. Bei 0° C. war das Verhältniss zwischen dem Leitungsvermögen des Kupfers und dem des Eisens, wie oben angegeben; bei 100° C. war ersteres 73,00 und letzteres 10,87, bei 200° C. ersteres 54,82, letzteres 7,00.

Oxydirbarkeit des Stabeisens. — Ein Stück blankes Stabeisen kann lange Zeit in völlig trockner Luft, oder unter luftfreiem (ausgekochtem) Wasser aufbewahrt werden, ohne dass es, durch beginnende Oxydation, seinen Glanz im mindesten einbüßt. Sobald aber Feuchtigkeit und Luft zusammen auf das Eisen wirken, tritt eine allmähige Oxydation ein, die um so schneller überhand nimmt, je mehr sie durch die Gegenwart von Kohlensäure unterstützt wird. Diese letztere giebt ohne Zweifel, sobald nicht stärkere Säuren vorhanden sind, den hauptsächlichsten Stimulus beim Rosten des Eisens ab. Nichts destoweniger kann aber Eisen in trockenem Kohlensäuregas aufbewahrt werden, ohne zu rosten. Nach Marshal Hall soll Eisen in stark mit Kohlensäure geschwängertem Wasser sehr schnell, und sogar unter sichtbarer Wasserstoffgas-Entwicklung oxydirt werden. Wenn Luft, Feuchtigkeit und Kohlensäure gemeinschaftlich auf Eisen wirken, so wird wahrscheinlich zuerst nur kohlen-saures Eisenoxydul gebildet, welches sich dann zu Eisenoxyd-Hydrat, oder, wie Karsten angiebt, zu einer Verbindung von diesem mit basisch-kohlensaurem Eisenoxyd umändert. Das Eisenoxydul erhielt hierbei seinen Sauerstoff wahrscheinlich aus der Luft, und nicht aus dem Wasser, wobei Wasserstoff frei werden müsste, von dem man hierbei irrigerweise annahm, daas er mit Stickstoff aus der Luft Ammoniak bilde, da in der That aller Eisenrost, ja sogar manches natürlich vorkommende Eisenoxyd beim Erhitzen Spuren von Ammoniak entwickelt. Allein dies ist wahrscheinlich nur aus der Luft absorbirtes, darin vorhanden gewesenes Ammoniak. Aber nicht bloß entschieden elektronegative und sauer reagirende Stoffe, wie Kohlensäure, bewirken das Rosten des Eisens, sondern auch völlig neutrale Salze befördern dasselbe, wenn sie entweder in Wasser aufgelöst werden, unter welchem Eisen aufbewahrt wird, oder wenn man sie in Pulvergestalt auf das sich an einem feuchten Orte befindende Eisen streut. In diesem Falle scheint aber der Eisenrost stets aus einem sehr basischen Salze (vielleicht einer ähnlichen Verbindung, wie sie Karsten bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Eisen fand) zu bestehen, welches einen kleinen Theil der Säure des im Wasser aufgelösten Salzes enthält. Löst man, anstatt eines neutral reagirenden Salzes, einen alkalisch reagirenden Stoff, wie Aetzkali, kaustischen Kalk u. s. w. in Wasser auf, und legt darauf blankes Eisen in dasselbe, so wird das Rosten gänzlich verhindert. Allerdings ist hierbei das Vorhandenseyn einer gewissen Menge dieser alkalischen Stoffe im Wasser erforderlich. Payen fand, dass eine gesättigte (?) Kalilauge, welche mit 1000 bis 2000 Thln. Wasser verdünnt wird, das Rosten des Eisens noch gänzlich verhindert, während eine solche, mit 3000 bis 4000 Thln. Wasser verdünnte Lauge dies nicht mehr ver-

mag. Gesättigtes Kalkwasser (etwa $\frac{1}{1000}$ Kalk enthaltend) mit dreimal so viel Wasser verdünnt, schützt eine blanke Eisenoberfläche gegen Rost, mit viermal so viel Wasser verdünnt dagegen nicht mehr. Von neutralen kohlen-sauren Alkalien werden hierzu verhältnissmässig weit concentrirtere Auflösungen erfordert, als von kaustischen. Eine gesättigte Solution von neutralem kohlen-sauren Natron darf mit nicht mehr als etwa 50 und einigen Theilen Wasser verdünnt werden; bei einer etwa 60fachen Verdünnung, hört ihre schützende Wirkung auf. Die wahrscheinlichste und einfachste Erklärung dieser Thatsachen beruht sicherlich in der Absorption der Kohlensäure durch die angeführten Substanzen. Die neutralen kohlen-sauren Alkalien sind zwar schon mit dieser Säure verbunden, allein sie vermögen noch eine grössere Quantität derselben aufzunehmen. Dass übrigens hierbei auch eine Wirkung durch galvanischen Contact stattfindet, welche das Eisen, in Berührung mit jenen elektro-positiven Körpern, elektro-negativ und also unempfindlich gegen die Verbindung mit Sauerstoff macht, lässt sich nicht leugnen. Es giebt sogar ein Mittel, das Eisen vor dem Rosten zu bewahren, welches allein auf dieser Wirkung beruht. Auf das blank polirte Eisen werden nämlich an einigen Stellen Zinkplatten festgenietet, wodurch, da das Zink ein mehr elektro-positives Metall als Eisen ist, das letztere also ebenfalls elektro-negativ wird. Die hierdurch hervorgebrachte schützende Wirkung ist aber nicht gross, und scheint namentlich nur bis zu einem gewissen Abstände von der Zinkplatte thätig zu seyn; sollen grosse Oberflächen durch Zink geschützt werden, so werden hierzu mehrere, an verschiedenen Stellen angebrachte Zinkplatten erfordert. Ferner ist erforderlich, dass die Oberfläche des Eisens nicht schon zuvor etwas gerostet war, namentlich aber nicht an den Stellen, wo die Zinkplatten festgenietet wurden. Eins der einfachsten Schutzmittel gegen das Rosten des Eisens, welches sich aber allerdings nicht in allen Fällen gebrauchen lässt, besteht darin, einen dünnen Ueberzug von einem trocknenden Oele, wie Leinöl oder Hanföl, anzuwenden. — Bei einer Temperatur von etwa 230° C. erlangt das Eisen die Eigenschaft, sich auf Kosten des Sauerstoffs der Luft zu oxydiren. Seine polirte Oberfläche überzieht sich alsdann, in Folge der eintretenden Oxydation, mit einer äusserst dünnen Haut, welche bei steigender Temperatur an Dicke zunimmt. Hierdurch entstehen die sogenannten Anlauffarben, von denen ausführlicher beim Stahle die Rede seyn soll. Durch anhaltendes starkes Glühen beim Zutritt der Luft kann Stabeisen mit einer dicken oxydischen Schicht umgeben werden, welche, dem Eisen zunächst, vorherrschend aus Eisenoxydul (nach Mosander $6\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$), der Oberfläche zunächst dagegen, annähernd aus dem gewöhnlichen Oxyd-Oxydul ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) besteht. Bei sehr anhaltendem Glühen und gutem Luftzutritte verwandeln sich die äussersten Lagen dieser Schicht nach und nach in reines Eisenoxyd. In starker Weissglühhitze verbrennt das Stabeisen unter heftigem Funkensprühen, und man kann, wenn die Hitze stark genug war, dieses Verbrennen durch Anblasen, mittelst eines Blasebalgs, befördern. — Wird Stabeisen, z. B. Eisendraht, bei einer Temperatur von etwa 360° C. (dem Kochpunkte des Quecksilbers), der Einwirkung von Wasserdämpfen ausgesetzt, so wird das Wasser zerlegt, Wasserstoff wird frei und das Eisen bedeckt sich mit einer Schicht von Oxyd-Oxydul. Sehr paradox erscheint es auf den ersten Blick, dass, wenn dieses

Oxyd fein gepulvert und nun, bei derselben Temperatur (360° C.), Wasserstoff darüber geleitet wird, man wieder metallisches Eisen erhält. Um diese Thatsache erklären zu können, muss man, wie Berzelius erinnert, an das von Berthollet entdeckte Gesetz denken, nämlich: »dass die Wirkung einer Verwandtschaft sowohl vom Grade der Verwandtschaft selbst, als von der Menge des einwirkenden Körpers herrührt.«

Auflösbarkeit des Stabeisens. — Eisen wird, selbst durch die schwächsten Säuren, oxydirt, und in diesem Zustande von der überschüssigen Säure aufgelöst, vorausgesetzt, dass diese mit dem gebildeten Oxyde des Eisens ein in Wasser oder jener Säure auflösliches Salz giebt. In den meisten Fällen geht das Eisen als Oxydul in eine solche Auflösung ein. Selbst Kohlensäure, wie schon angeführt wurde, vermag das Eisen aufzulösen, wenn dieselbe in beträchtlicher Menge im Wasser vorhanden ist. Kohlensaures Eisenoxydul ist zwar ein in Wasser unlösliches Pulver; in Wasser, welches mit freier Kohlensäure geschwängert ist, löst sich dasselbe aber auf. — Die verdünnten stärkeren Säuren bewirken mit Leichtigkeit die Auflösung des Eisens, die concentrirten dagegen zeigen zum Theil eine weit schwächere Wirkung. Völlig concentrirte Schwefelsäure von 1,85 specif. Gew. wirkt bei gewöhnlicher Temperatur durchaus nicht auf das Eisen, und bei Siedhitze nur wenig. Je verdünnter dagegen die Schwefelsäure ist (bis zu einer gewissen Grenze natürlich), desto heftiger geschieht der Angriff, und zwar beim Erhitzen noch mehr, als in der Kälte. Das Wasser wird hierbei zerlegt; es entsteht schwefelsaures Eisenoxydul, und Wasserstoff entwickelt sich. Salzsäure von jedem Concentrationsgrade löst das Eisen bei allen Temperaturen, die zwischen der gewöhnlichen und der Siedhitze liegen, mit Leichtigkeit und unter Wasserstoffentwicklung auf. Concentrirte Salpetersäure von 1,521 specif. Gew. wirkt nicht auf ein blankes Stück Stabeisen, wohl aber die verdünnte, welche das Eisen heftig angreift und dasselbe, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas und salpetriger Säure, als Oxydsalz auflöst. Salpetersäure von einem mittleren Grade der Verdünnung, etwa von einem specif. Gew. zwischen 1,30 und 1,35, zeigt ein sehr eigenthümliches Verhalten zum Eisen, welches Schönbein die Passivität des Eisens genannt hat. Obgleich nämlich die erwähnte Säure das Stabeisen unter gewöhnlichen Umständen leicht und mit Gasentwicklung auflöst, so kann das Eisen doch durch verschiedene Ursachen, die aber wahrscheinlich alle einen und denselben tiefer liegenden Grund haben, in einen gewissen passiven Zustand gebracht werden, bei welchem alle Einwirkung der Säure auf das Eisen aufhört. Wird ein blankes Stück Eisendraht oder eine Stricknadel (denn Stahl verhält sich hierin ganz ähnlich wie Stabeisen) in Salpetersäure von 1,30 — 1,35 spec. Gew. gestellt, so geschieht sogleich eine Decomposition der Säure und eine Auflösung des Eisens; beides wird aber verhindert: 1) durch oberflächliche Oxydation des einen Drahtendes, indem man dasselbe einige Sekunden lang in eine Flamme hält, und dann den Draht, das oxydirte Ende voran, in die Salpetersäure taucht; 2) durch ein- oder zweimaliges Eintauchen des einen Drahtendes in concentrirte Salpetersäure, Abwaschen mit Wasser und fernere Behandlung, wie vorhin; 3) durch Einstellen eines Platindrahtes in die Säure und Hineinbringen des Platindrahtes auf die Weise, dass sich derselbe in Berührung mit jenem

befindet, welcher alsdann herausgenommen werden kann; 4) dadurch, dass man einen neuen Eisendraht auf gleiche Weise in Berührung mit dem schon passiven Draht in die Säure bringt; 5) dadurch, dass man den Draht zum positiven Pole oder Zincoide einer Volta'schen Säule macht, und ihn in die Säure bringt, nachdem der negative Pol oder das Chloroid in dieselbe gebracht worden ist. Es entweicht dann Sauerstoffgas von der Oberfläche des Eisendrahtes, ohne dass sich dasselbe mit dem Eisen verbindet, gerade so, als wenn der Draht aus Platin bestände. Wie das Eisen in den passiven Zustand durch Berührung mit passivem Eisen versetzt werden kann, so kann der passive Zustand desselben, durch die Berührung mit activem Eisen oder Zink, sogleich aufgehoben werden. Wenn passives Eisen zum negativen Pole in der Salpetersäure gemacht wird, so hört es ebenfalls auf, der Auflösung zu widerstehen. Die Indifferenz gegen chemische Action, welche das Eisen im passiven Zustande zeigt, beschränkt sich nicht auf die Salpetersäure (von der angegebenen Concentration), sondern erstreckt sich auch auf verschiedene Salzlösungen, welche unter gewöhnlichen Umständen auf Eisen wirken. — Die Auflösung des Stabeisens in verdünnten Säuren geschieht unter Zurücklassung einer kohligen Substanz, deren Natur bisher nicht genügend untersucht ist. Nur so viel kann man mit Gewissheit annehmen, dass dieselbe nicht aus reiner Kohle besteht. Bei Anwendung verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure hat der Rückstand anfangs ein graphitähnliches Ansehen und wird vom Magnet gezogen, scheint also eine Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff (Karsten's Polycarburet) zu seyn. Lässt man denselben aber längere Zeit in der sauren Flüssigkeit, so wird er in jene problematische kohlige Substanz umgeändert, die nun nicht mehr magnetisch ist und eine schwarzbraune Farbe besitzt, welche durch Einwirkung von Salpetersäure in's Braunrothe verändert wird. Dieser Körper verbrennt, ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Beim Gusseisen wird ausführlicher von demselben die Rede seyn. Wendet man verdünnte Salpetersäure zum Auflösen des Eisens an, so erhält man die braunrothe Substanz sogleich, und beim Erhitzen der Säure löst sie sich mit brauner Farbe in derselben auf. Bei Anwendung von concentrirter Salzsäure bleibt dagegen gar kein, und bei Anwendung von concentrirter Schwefelsäure nur ein sehr geringer kohligter Rückstand.

3) Roheisen.

Der chemische Unterschied zwischen Roheisen und Stabeisen besteht hauptsächlich darin, dass in ersterem eine bedeutend größere Menge Kohlenstoff enthalten ist, als in letzterem. Dazu kommt noch, dass im Roheisen stets mehr verunreinigende Bestandtheile vorkommen, als es beim Stabeisen, welches durch den Frischprocess mehr oder weniger von denselben befreit wurde, der Fall ist. Zu diesen zufälligen Verunreinigungen gehören besonders: Silicium, Schwefel, Phosphor, Arsenik, Zink, Mangan, Titan, Chrom, Aluminium, Magnesium und noch andere Stoffe, je nach der Beschaffenheit der verschmolzenen Eisenerze, der angewendeten Zuschläge und selbst auch des benutzten Brennmaterials. — Es giebt zwei wesentlich verschiedene Sorten Roheisen, nämlich weißes und graues. In dem weißen Roheisen ist die ganze Quantität des darin enthaltenen Kohlenstoffs chemisch mit dem Eisen verbunden, in dem grauen dagegen nur ein Theil desselben, während ein anderer

Theil in Gestalt von eingemengten Graphitblättchen darin vorhanden ist. Leicht begreiflicher Weise finden Uebergänge zwischen beiden Arten des Roheisens statt. Das Maximum des Kohlengehaltes im weissen Roheisen beträgt zwischen 5,25 und 5,75 Procent. Solches Roheisen lässt sich daher als eine Verbindung von 4 Atomen Eisen und 1 Atom Kohlenstoff, Fe_4C , betrachten, in welchem Falle der procentische Kohlegehalt 5,23 seyn würde. Das Maximum des Kohlegehaltes im grauen Roheisen pflegt nicht ganz so hoch zu steigen; Karsten bestimmte dasselbe zu 4,65 Procent. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass das weisse Roheisen zwischen $3\frac{1}{2}$ und $5\frac{3}{4}$, das graue dagegen zwischen $3\frac{1}{3}$ und $4\frac{3}{5}$ Procent Kohlenstoff enthalte. Weisses Roheisen mit dem höchsten Kohlegehalte nennt man Spiegeleisen, weil es eine blättrig krystallinische Textur besitzt, und beim Zerschlagen desselben glänzende, spiegelnde Krystallflächen zum Vorschein kommen. Je mehr der Kohlenstoffgehalt des weissen Roheisens abnimmt, desto mehr verschwindet diese Art der krystallinischen Textur, und macht einer mehr strahlig blumigen oder körnigen Platz. Erstere Art des Roheisens pflegt der Eisenhüttenmann mit dem Namen blumiger Floss oder blumige Flossen zu belegen. — Weisses Roheisen entsteht, wenn das aus dem Hochofen fließende Roheisen verhindert wird, seinen Kohlenstoff theilweise als Graphit auszuschcheiden. Dies kann durch verschiedene Umstände geschehen, nämlich: 1) durch möglichst schnelles Abkühlen des geschmolzenen Eisens. Man bewirkt solches gewöhnlich dadurch, dass man dasselbe entweder in feuchten Sand oder in gusseiserne Formen fließen lässt. 2) Durch einen bedeutenden Gehalt des Roheisens an Phosphor, Schwefel oder Mangan, wodurch die Graphitausscheidung erschwert wird. 3) Durch einen Mangel an Kohlenstoff, z. B. wenn das Roheisen nur $3\frac{1}{2}$ Proc. desselben enthält. Es scheint jedoch, dass der Grund, warum kohlenstoffarmes Roheisen beim Erstarren gern weifs wird, nicht allein in diesem Mangel an Kohlenstoff, sondern auch zugleich in der weniger hohen Temperatur zu suchen sey, bei welchem sich solches Roheisen im Hochofen zu bilden pflegt. Bei einem richtigen Verhältniss der Kohle zum Erze, bei gehörig trockner Beschickung, trockner, hinreichender und gehörig gepresster Gebläseluft, gut ausgewärmten Schachtwänden, nicht zu weitem Gestell und zu weiter Rast, kurz bei Befolgung aller Maafsregeln, welche die Temperatur im Schachte eines Hochofens erhöhen können, wird stets ein mit Kohlenstoff gesättigtes Roheisen entstehen müssen, welches, bei nicht zu schneller Abkühlung und bei einem nicht zu grossen Mangan-, Phosphor- oder Schwefelgehalte, stets beim Erstarren Graphit ausscheiden und grau werden wird. Sobald aber einer oder mehrere der genannten Umstände deprimirend auf die Temperatur im Innern des Ofenschachtes wirken, sättigt sich das Eisen nicht mit Kohle, und seine weniger hohe Temperatur beim Ausfließen aus dem Ofenherde hat natürlich eine frühere Erstarrung, und schon dadurch eine grössere Tendenz zum Weisswerden zur Folge. — Der Grund, warum weisses Roheisen stets etwas mehr Kohlenstoff enthält, als das ihm entsprechende graue (wenn beide von einem und demselben Abstiche aus dem Herde des Hochofens herrühren), ist wohl darin zu suchen, dass ein Theil des sich im grauen Roheisen ausscheidenden Graphites auf die Oberfläche des noch nicht erstarrten Eisens geführt wird, und hier den sogenannten Eisenschaum bildet. Ein Stück aus der Mitte solchen

Eisens wird also natürlich etwas weniger Kohle enthalten müssen, als wenn aller Kohlenstoff, wie es beim weissen Roheisen der Fall ist, gleichmäÙig durch die ganze Masse vertheilt worden wäre.— Zuweilen gewinnt man auf Eisenhüttenwerken ein Roheisen, welches ein Gemenge aus weissem und grauem ist, wie sich dies auf dem Bruche leicht zu erkennen giebt. Solches Eisen nennt der Hüttenmann halbirtes Roheisen.

Die Farbe des Roheisens geht aus dem Silberweissen, welche Nüance hauptsächlich dem Spiegeleisen zukommt, bis in's Dunkel-Schwarzgrau über.

Der Glanz des Roheisens ist gleichen groÙen Verschiedenheiten unterworfen, wie die Farbe desselben. Das Spiegeleisen hat einen sehr starken, silberähnlichen Glanz. Der Glanz des gewöhnlichen weissen Roheisens wird um so schwächer, je mehr dessen Farbe in's Grau übergeht. Ganz dunkle Sorten des grauen Roheisens haben gemeinlich auch starken Glanz, was besonders seinen Grund in dem deutlichen Hervortreten und der Menge der Graphitblättchen hat. Einiges graue Roheisen ist fast völlig glanzlos und matt; es pflegt alsdann mit Erdbasen (Aluminium, Magnesium, Calcium) überladen zu seyn, und von einer Beschickung herzurühren, in welcher es an Kieselerde mangelte.

Textur. — Das Spiegeleisen hat, wie schon angeführt, eine strahlig blättrige Textur, welche von einem Aggregate flach säulenförmiger Krystalle herrührt. Wahrscheinlich gehören diese Krystalle zum zwei- und eingliedrigen System; sie bilden Prismen von etwa 112° . Das blumige weisse Eisen hat einen splittrigen, das gemeine weisse Roheisen einen theils muschligen, theils körnigen Bruch. Die Textur des grauen Roheisens ist stets mehr oder weniger körnig, theils groÙ-, theils feinkörnig, theils auch schuppig. Die schuppig körnige Textur zeigt gewöhnlich ein sehr unreines Eisen an, welches beim Frischen starken Abgang erleidet.

Härte. — Im Allgemeinen ist es als richtig anzunehmen, dass Roheisen desto härter ist, je lichter seine Farbe erscheint. Spiegeleisen ritzt Glas und widersteht der besten Feile; es hat etwa die Härte des Quarzes. Dagegen giebt es Sorten von grauem Roheisen, welche die Eindrücke des Hammers annehmen, sich bohren, feilen und sägen lassen. Zu einer solchen Weichheit wird aber auch stets ein gewisser Grad von Reinheit erfordert. Sehr mit Erdbasen und anderen Verunreinigungen überladenes Roheisen ist jederzeit hart und duldet keine solche Bearbeitung.

Festigkeit. — Weder die absolute, noch die relative Festigkeit des weissen Roheisens ist bisher durch genaue Versuche ermittelt; es ist jedoch ausgemacht, dass das weisse Roheisen dem grauen hierin nicht unbedeutend nachsteht. Man wird also in allen Fällen, wo gusseiserne Hänge- oder Querbalken angewendet werden sollen, dem grauen Roheisen den Vorzug geben. Ueber die absolute Festigkeit des grauen Roheisens haben vorzüglich Tredgold, Musschenbroek, Rennie, Brown und Hodgkinson Versuche angestellt. Karsten folgert aus den Resultaten dieser Versuche, dass dasjenige graue Roheisen, welches erst bei einer Kraft von 18,000 Pfunden Preuß., auf

1 Quadratzoll Rheinl. Querschnittsfläche, zerreißt, zu den festeren, guten Sorten gehört. Von dieser Belastung können zwei Drittheile angewendet werden, ohne dass die Elasticitätsgrenze überschritten wird. Die absolute Elasticität ist also beim grauen Roheisen ($\frac{2}{3}$) bedeutend größer als beim Stabeisen ($\frac{1}{3}$). Die Resultate, welche man bei den Versuchen zur Ermittlung der relativen Festigkeit des grauen Roheisens erhalten hat, sind sehr unzuverlässig. In neuerer Zeit hat man die Erfahrung gemacht, dass verhältnissmäßig sehr geringe Belastungen bei gusseisernen Balken oft schon bleibende Biegungen hervorbringen. Ein Umstand, der bei solchen und ähnlichen Versuchen gewiss noch wenig in Betracht gezogen wurde, ist der, dass die Länge der Zeit, in welcher solche Belastungen wirken, gewiss nicht aufser der Beachtung zu lassen ist. — Die rückwirkende Festigkeit des weissen Roheisens ist größer als die des grauen, und die des letzteren übertrifft bedeutend die des Stabeisens. Nach Karsten's Versuchen wird ein Würfel aus gutem grauen Roheisen, von 1 Zoll Rheinl. Seite, durch eine zwischen 141,000 und 184,000 Pfd. Preufs. liegende Belastung zerdrückt. Die Art, auf welche das betreffende Roheisen geschmolzen und gegossen wurde, hat, aufser der mehr oder weniger grossen Reinheit desselben, hierbei bedeutenden Einfluss. Ein dergleichen Würfel aus weissem Roheisen (aber nicht Spiegeleisen) trug etwa 170,000 bis 267,000 Pfd. ¹⁾.

Von Geschmeidigkeit kann bei dem weissen Roheisen, wegen seiner sehr bedeutenden Härte und der damit nicht in dem erforderlichen Verhältniss stehenden Festigkeit, keine Rede seyn. Wie schon angeführt wurde, giebt es dagegen reinere Sorten des grauen Roheisens, welche einige Geschmeidigkeit besitzen, die aber natürlich stets weit hinter der des Stabeisens zurückbleibt.

Das specifische Gewicht der Roheisenarten muss leicht begreiflicher Weise sehr verschiedenartig ausfallen, je nach der Menge und Art des im Eisen enthaltenen Kohlenstoffs, und je nach der Menge und Art der zufälligen Nebenbestandtheile. Karsten stellt die Grenzen, zwischen denen das specifische Gewicht des Roheisens varürt, zu 6,6104 und 7,7910 auf. Im Allgemeinen scheint es ausgemacht, dass graues Roheisen specifisch leichter ist als weisses, und weisses Roheisen wieder etwas leichter als Stabeisen. Das durchschnittliche specifische Gewicht des weissen Roheisens nimmt Karsten zu 7,500 und das des grauen zu 7,100 (bei 15° R.) an. Das Gewicht eines Preufs. Cubikfusses Roheisen lässt sich also im Durchschnitte zu 475 Preufs. Pfunden veranschlagen.

Verhalten des Roheisens zur Wärme. — Fast bei allen Versuchen, welche von verschiedenen Physikern über das Verhalten des Eisens zur Wärme angestellt worden sind, wurde Stabeisen oder Stahl angewendet; vom Verhalten des Roheisens in dieser Hinsicht sind nur äusserst dürftige Facta bekannt. — Die specifische Wärme des Spiegeleisens ist nach Regnault = 0,12983 und die des gewöhnlichen weissen Roheisens = 0,12728. — Davy fand, dass Roheisen (ob weisses oder graues, ist nicht angegeben), wenn es von 0° bis auf 80° R. erhitzt wird, eine Ausdehnung seiner Längendimensionen

¹⁾ Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde, 3te Aufl., Bd. I. S. 252.

von 0,00111 erleidet, also eine geringere als das Stabeisen (0,00126). Rinman giebt an, dass sich Roheisen zwischen 20° C. und der Rothglühhitze (etwa 560° C.) um $\frac{7}{300}$ seiner Länge ausdehnt (Stabeisen nur um $\frac{4}{300}$), zwischen 20° C. und der Weißglühhitze dagegen um $\frac{12}{300}$ (Stabeisen $\frac{7}{300}$). — Der Schmelzpunkt des Roheisens lässt sich durchschnittlich etwa bei 1600° C. annehmen. Weißes Roheisen schmilzt bei einer (gewiss 100° C. und darüber) niedrigeren, und graues Roheisen zum Theil bei einer etwas höheren Temperatur. — Das Roheisen erleidet bei herannahendem Schmelzpunkte keine derartige allmähige Erweichung, wie dieselbe eine Hauptbedingung zur Schweißbarkeit ist (s. Schweißbarkeit des Stabeisens). Das weiße Roheisen erweicht allerdings ehe es schmilzt, aber es geht aus dem festen Aggregat-Zustande sogleich in einen breiartigen über, ohne (wenigstens nicht in bemerkbarer Zeit) einen Mittelzustand durchlaufen zu haben. Breiartig erhält sich dagegen das weiße Roheisen lange und geht nur allmähig in Dünflüssigkeit über. Graues Roheisen nimmt nun allerdings, bei einer gewissen Temperatur, jenen Zustand der Weiche an, welcher für die Schweißbarkeit erforderlich ist, aber es ist schwierig, dasselbe längere Zeit hierin zu erhalten. So wie die Temperatur etwas sinkt, wird es sogleich wieder fest, oder doch brüchlich, und so wie die Temperatur um ein Weniges steigt, tritt plötzlich ein Zustand vollkommener Flüssigkeit ein. Man sieht daher leicht, dass sich weißes Roheisen gar nicht, und graues nur mehr oder weniger unvollkommen schweißen lassen wird, trotz dem, dass beide Eisenarten, wegen ihres hohen Kohlenstoffgehaltes, hierzu sehr geeignet scheinen. — Geschmolzenes Roheisen nimmt einen größeren Raum ein als festes, sobald letzteres keine bedeutend hohe Temperatur besitzt. Dagegen erscheint es als ausgemacht, dass Roheisen, welches beinahe bis zu seinem Schmelzpunkte erhitzt ist, einen größeren Raum einnimmt, also ein geringeres specifisches Gewicht besitzt als flüssiges. Ein Stück stark erhitztes Roheisen schwimmt nämlich auf geschmolzenem, während kaltes Roheisen in letzterem untersinkt. Hierdurch lässt sich erklären, warum sich Roheisen so vortrefflich zum Gießen eignet. Sobald nämlich das flüssige Metall in der Form zu erstarren anfängt, vergrößert sich sein Volum um ein Weniges und trägt dadurch zu einer schärferen Ausbildung der Umrisse des Eisens bei. Erst nachdem es fest geworden ist, sich aber natürlich noch in einem stark glühenden Zustande befindet, fängt es an, sich durch die fortschreitende Erkaltung zusammenzuziehen. Diese Volumverminderung, zwischen dem Erstarrungsmomente und der Annahme der gewöhnlichen Temperatur, nennt man das Schwinden des Roheisens. Manche Metalle, wie z. B. Gold, schwinden schon vor dem Eintreten der völligen Erstarrung; deswegen füllen sie die Formen schlecht aus und sind nicht zum Gießen geeignet. Von besonderer Wichtigkeit für die Praxis ist es, das Schwindemaass des Roheisens zu kennen. Weißes Roheisen schwindet durchschnittlich 2 bis $2\frac{1}{2}$ Procent seiner Längendimensionen; graues etwa $1\frac{1}{2}$ Procent. Um so viel muss also das Modell, nach welchem ein Roheisenguss ausgeführt werden soll, größer gemacht werden, als der verlangte gegossene Gegenstand. Die zufälligen Bestandtheile des Roheisens sind gewiss hierbei auch von Einfluss; so z. B. scheint schwefelhaltiges Roheisen weniger zu schwinden, als sehr reines. — Wird weißes Roheisen während längerer Zeit stark rothglühend erhalten und hierauf langsam abge-

kühlt, so verliert es seine Härte und wird weich und stahlartig. Graues Roheisen wird durch eine solche Behandlung zwar auch weich, aber zugleich mürbe. Dieses Ausglühen, *Adouciren* genannt, darf natürlich nicht unter Einwirkung der Luft vorgenommen werden, weil sonst ein Theil des Eisens hierbei oxydirt werden würde. Entweder müssen die Gusswaaren, welche adoucirt werden sollen, mit einem feuerfesten Ueberzuge versehen, oder in feuerfeste Kästen, die mit einem Pulver von Kreide, Knochenasche, Kohle, Blutsteinpulver u. s. w. angefüllt sind, eingepackt werden. Der Grund, aus welchem Roheisen durch solche Behandlung weicher wird, liegt gewiss weniger in einer Atom-Umgruppung des durch starke Hitze erweichten und darauf langsam erkalteten Metalls, als vielmehr in einer theilweisen Oxydation oder Ausscheidung seines Kohlenstoffs. Deswegen ist Weißglühhitze zu vermeiden, bei welcher das Eisen, so zu sagen, jenen fein porösen Zustand verliert, durch welchen es dem Sauerstoff der Luft möglich wird, nach und nach in das Innere des Metalls zu dringen und seinen Kohlenstoff theilweise zu verbrennen. Aber eben so wenig ist es rathsam, solche pulverförmige Körper zur Umhüllung der Gusswaaren anzuwenden, welche bei hoher Temperatur Sauerstoff abgeben können, wie z. B. Blutstein oder Kreide. Dadurch oxydirt sich leicht zu viel Kohlenstoff und das Eisen wird mürbe und verbrannt. Ein Gemenge von Kohle und Knochenasche ist ein sehr gutes Adoucirpulver. Dass graues Roheisen durch Adouciren mürbe und brüchig wird, ist nicht schwer zu erklären. Der in demselben als Graphit ausgeschiedene Kohlenstoff verbrennt gewiss früher als der chemisch gebundene, und veranlasst daher eine grössere Porosität der Masse, als sie beim weissen Roheisen zu befürchten ist.

Verhalten des Roheisens zum Magnetismus. Es scheint, dass die fremden Bestandtheile des Roheisens oder auch vielleicht die zu große Menge seines Kohlenstoffs seine magnetische Empfänglichkeit und Wirkung beeinträchtigen, indem alles Roheisen in dieser Beziehung dem Stahle, und selbst dem Stabeisen nachsteht. Graues Roheisen wird schneller magnetisch, und auch stärker vom Magnete angezogen als weisses.

Verhalten des Roheisens zur Elektrizität. Das graue Roheisen leitet die Elektrizität besser als das weisse, und dürfte auch vielleicht gehärteten Stahl an Leitungsfähigkeit übertreffen; dagegen leitet alles Roheisen schlechter als Stabeisen.

Oxydirbarkeit des Roheisens. Weisses Roheisen rostet, unter den beim Stabeisen angegebenen Umständen, weit weniger als graues, und dies wieder weniger als Stabeisen, vorausgesetzt, dass das graue Roheisen keinen bedeutenden Schwefelgehalt besitzt, und nicht durch leicht oxydirbare Stoffe sehr verunreinigt ist. Spiegeleisen widersteht dem Rosten außerordentlich lange. — Die Anlauffarben, eine Folge beginnender Oxydation bei höherer Temperatur, treten beim grauen Roheisen etwas früher ein als beim Stabeisen. Weisses Roheisen läuft dagegen noch früher an als Stahl (s. Anlauffarben, unter dem folgenden Artikel: Stahl).

Auflösbarkeit des Roheisens. Je weisser das Roheisen ist, oder, mit anderen Worten, je mehr chemisch gebundene Kohle dasselbe enthält, desto weniger wird dasselbe von verdünnten Säuren an-

gegriffen. Auf Spiegeleisen äußern hinreichend verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure, bei gewöhnlicher Temperatur, erst nach Verlauf von einigen Wochen eine Wirkung, indem sich ein Theil des Eisens, unter Abscheidung eines schwarzen Staubes, auflöst. Der verdünnten Salpetersäure widersteht das weiße Roheisen weniger gut. Bei Anwendung von Siedhitze ist die Einwirkung der verdünnten Säuren sehr heftig. Die zuerst abgeschiedene schwarze metallische Substanz (nach Karsten ein Polycarburet des Eisens) wird hierbei unter starkem Aufschäumen zersetzt, und in die braune (s. Auflösbarkeit des Stabeisens und des Stahls) umgeändert, die sich theilweise in der Säure auflöst. Concentrirte Salzsäure oder Schwefelsäure bewirken, besonders bei Siedhitze, eine vollständige Auflösung; erstere ohne Rückstand, letztere unter Abscheidung von etwas schwärzlicher, metallisch glänzender Kohle. Salpetersäure wirkt, nach Karsten, im concentrirten Zustande beinahe gar nicht auf das weiße Roheisen. — Graues Roheisen wird bei gewöhnlicher Temperatur zwar leichter als weißes, aber doch immer nur sehr langsam von verdünnten Säuren angegriffen. Der hierbei gebildete Rückstand besteht theils aus Graphitblättchen, theils aus metallisch glänzenden Schuppen, welche ersteren zwar ähnlich, aber magnetisch sind (das erwähnte Polycarburet), und theils aus der problematischen, schwarzbraunen kohligen Substanz, welche sehr leicht (schon vor dem Eintreten der Glühhitze) verbrennbar ist, von Salpetersäure, unter theilweiser Lösung, rothbraun gefärbt wird, und mit schwarzer Farbe in Kalilauge auflöslich ist. Das Polycarburet und die kohlige Substanz sind nicht immer zugleich in dem Rückstande einer mit verdünnter Säure behandelten Roheisensorte vorhanden. Bei Anwendung concentrirter Salzsäure hinterlässt das graue Roheisen kein anderes Residuum als Graphit. Starke Schwefelsäure scheidet, außer dem Graphit, auch noch eine schwarze kohlige Substanz ab. Salpetersäure von 1,3 spec. Gewicht wirkt ähnlich, doch löst sich ein Theil des kohligen Körpers auf, und der zurückbleibende Theil färbt sich braun. — Noch ist zu bemerken, dass, sowohl bei der Behandlung des grauen als des weißen Roheisens mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure, ein eigenthümliches, flüchtiges Oel von üblem, charakteristischem Geruche gebildet wird. Dasselbe scheidet sich theils als dünne, fettige Schicht auf der Oberfläche der sauren Flüssigkeit aus, theils wird es von dem sich entwickelnden Wasserstoffgase fortgerissen, und ertheilt diesem seinen Geruch. Dieses Oel entsteht bei der Auflösung jedes kohlehaltigen Eisens (gleichviel ob Stabeisen, Stahl oder Roheisen) in den genannten, verdünnten Säuren, und zwar in so größerer Menge, je mehr chemisch gebundenen Kohlenstoff das Eisen enthält. Aus diesem Grunde können die gewöhnlichen Eisensorten nicht zur Entwicklung von reinem Wasserstoffgase angewendet werden.

4) Stahl.

Stahl ist ein kohlenstoffhaltiges Eisen, dessen Kohlengehalt zwischen dem des Stabeisens und des Roheisens etwa mitten inne steht. Der gewöhnliche weiche Stahl wird in harten umgeändert, wenn man ihn aus dem glühenden Zustande schnell in den erkalteten übergehen lässt. Je größer der Temperaturunterschied dieser beiden Zustände ist, und je schneller der Stahl denselben durchläuft, eine desto grö-

fsere Härte wird hervorgebracht. Das Härten des Stahls geschieht meist auf die Weise, dass man denselben, mehr oder weniger stark glühend, in eine mehr oder weniger kalte Flüssigkeit taucht. Weisglühender Stahl in kaltes Quecksilber gebracht, erhält einen Härtegrad, welcher dem des weissen Roheisens nahe steht. Wählt man statt Quecksilber Wasser, so wird er, trotz dem dass dies schneller verdunstet, doch weniger schnell abgekühlt. Die abkühlende Wirkung, welche eine Flüssigkeit auf einen hineingebrachten, glühenden Körper ausübt, ist nämlich ein Complex aus dem Wärmeleitungsvermögen, dem Siedepunkte und der Wärmecapacität derselben, nebst aus dem Wärmeleitungsvermögen und der Wärmecapacität ihrer Dämpfe. Wasser, in welchem Salze aufgelöst sind, soll, zum Ablöschen des glühenden Stahls angewendet, eine etwas grössere Härte als reines Wasser, aber eine geringere als Quecksilber hervorbringen. Ebenso geben alle Säuren, z. B. Scheidewasser, eine stärkere Härtung als gewöhnliches Wasser. Wendet man diese zum Abkühlen an, so muss der Stahl nachher natürlich sogleich in Wasser abgewaschen werden. Alle Oele und fettige Substanzen geben geringere Härtegrade als Wasser. Ein Gleiches ist der Fall, wenn ein glühendes Stahlstück an einem kalten Körper, z. B. zwischen den Backen eines Schraubenstocks, oder durch einen darauf geleiteten Luftstrom, oder durch schnelles Schwingen in der Luft abgekühlt wird. Stahl, welcher im weisglühenden Zustande in Wasser, Quecksilber oder anderen Flüssigkeiten abgelöscht wurde, heisst glashart. Der glasharte Stahl kann nur zu gewissen Zwecken gebraucht werden; in der Mehrzahl der Fälle verlangt man einen weniger harten und mehr elastischen Stahl, den man sich durch das sogenannte Anlassen verschafft. Die Operation des Anlassens besteht in der Wiedererhitzung des glasharten Stahls, wodurch derselben ein Theil seiner Härte benommen und eine grössere Elasticität beigelegt wird. Je stärker man glasharten Stahl anlässt, d. h. je mehr man ihn erwärmt, desto weicher wird derselbe. Zur richtigen Beurtheilung der Temperatur und also des davon abhängigen Härtegrades bedient man sich der Anlauffarben (s. Oxydirbarkeit des Stahls). Da es jedoch eine nicht geringe Uebung des Arbeiters voraussetzt, die Anlauffarben gleichförmig auf der ganzen Oberfläche eines Stahlstückes hervorzubringen, oder es, mit anderen Worten, im Feuer gleichmässig zu erwärmen, so hat man in der letzten Zeit angefangen, sich der Metallbäder zu diesem Zwecke zu bedienen. Man wendet nämlich Legirungen von Zinn an, welche, je nachdem das eine oder das andere dieser Metalle in grösserer Menge darin vorhanden ist, einen niedern oder höhern Schmelzpunkt besitzen. Eine solche Legirung wird bis auf ihren Schmelzpunkt erhitzt, und der glasharte Stahl so lange hineingetaucht, bis er die Temperatur des Metallbades angenommen hat. Man muss hierbei aber Sorge tragen, dass stets eine Quantität noch ungeschmolzener Metalllegirung vorhanden ist, wodurch die nicht zu hohe Temperatur des Metallbades angezeigt wird. Folgende Tabelle von Parkes giebt die Zusammensetzung solcher Metallbäder an, wie sie für das Anlassen verschiedener Stahlarbeiten durch Erfahrung am zweckmässigsten befunden worden ist.

Namen der Stahlwaren.	Metallbad		Schmelzpunkt in ° Celsius.	Entsprechende Anlauffarbe.
	Blei	Zinn.		
Lanzetten	7	4	216	Kaum blassgelb.
Rasirmesser	8	4	223	Zwischen blassgelb und strohgelb.
Federmesser	8½	4	232	Strohgelb.
Scheeren, härtere Meißel	14	4	254	Braun.
Aexte, weichere Meißel, Hobeleisen, Taschenmesser	19	4	265	Purpur fleckig.
Tischmesser	30	4	277	Purpurfarben.
Klingen, Uhrfedern	48	4	288	Hellblau.
Größere Federn, Dolche, Bohrer, kleine feine Sägen	50	2	292	Dunkelblau.
Stichsägen, Handsägen, in kochendem Leinöl	—	—	316	Schwarzblau.
Artikel, welche noch etwas weicher seyn müssen, in schmelzendem Blei	—	—	322	

Karsten fand bei Analysen verschiedener Stahlsorten nie einen geringeren Kohlengehalt als 0,9, und nie einen höheren als 1,9 Procent. Es ist jedoch hiermit nicht gesagt, dass es durchaus keinen Stahl geben könne, welcher nicht etwas weniger als dies angegebene Minimum, und nicht etwas mehr als jenes Maximum an Kohlenstoff enthalten könne; es findet vielmehr ein allmäliger Uebergang, sowohl abwärts aus dem Stahl in's Stabeisen, als auch aufwärts aus dem Stahl in's Roheisen statt. Der Kohlenstoffgehalt guten Stahls fällt aber gewiss immer innerhalb der angegebenen Grenzen. Dass Stahl eine größere Menge Kohle enthält als Stabeisen, ersieht man schon daraus, dass Säuren auf der polirten Oberfläche des ersteren einen schwarzen Fleck von ausgeschiedenem Kohlenstoff hervorbringen, während dies bei letzterem nicht geschieht. — Der Stahl ist noch empfindlicher gegen fremde Einmengungen als das Stabeisen, weshalb man sich vorzugsweise auch nur des reinsten Roh- und Stabeisens zur Stahlfabrication bedient. Spuren von Schwefel, Phosphor oder Silicium scheinen jedoch selbst in den besten Stahlsorten vorzukommen. So z. B. fand Wilson in englischem Gussstahl 0,03 Procent Phosphor und eine gleiche Menge Silicium; auch schienen noch Spuren von Schwefel und Mangan vorhanden zu seyn. Wären die Nebenbestandtheile des Stahls nicht von so großem Einflusse auf dessen Güte, so würde es möglich seyn, durch ein unter gewissen Vorsichtsmaßregeln ausgeführtes Zusammenschmelzen von Stabeisen und Roheisen guten Stahl zu erzeugen. Die Verunreinigungen des Roheisens sind aber hierbei durchaus im Wege. — Jeder Stahl kann, ganz analog dem Roheisen, in zwei verschiedenen Zuständen existiren; nämlich als weicher Stahl dem grauen, und als gehärteter Stahl dem weißen Roheisen entsprechend. Durch Glühen des weichen Stahls, und durch darauf folgendes Ablöschen in einer kalten Flüssigkeit, oder überhaupt durch sehr beschleunigte Abkühlung, entsteht der gehärtete. Man kann sich vorstellen, wie Mitscherlich in seinem Lehrbuche der Chemie bemerkt, dass der gehärtete Stahl aus einer Menge größ-

rer oder kleinerer krystallinischer Körnchen weissen Roheisens besteht, welche von Stabeisentheilen umschlossen sind. In der That stehen die Eigenschaften des gehärteten Stahls völlig in der Mitte zwischen denen vom Stabeisen und weissen Roheisen. Weicher Stahl kann dagegen als ein sehr reines, kohlenstoffarmes graues Roheisen betrachtet werden, in welchem die Graphitblättchen fehlen.

Der Stahl hat eine graulich weisse, zuweilen fast rein weisse Farbe. Da es Stabeisensorten giebt, welche eine ganz ähnliche Farbe besitzen, so können polirter Stahl und polirtes Stabeisen durch die Farbe nicht immer gut von einander unterschieden werden. Die Farbe des gehärteten Stahls ist etwas lichter als die des weichen.

Durch den Glanz ist der Stahl auch nicht besonders vor dem Stabeisen charakterisirt; beide können, im polirten Zustande, einen sehr lebhaften metallischen Glanz besitzen. Auf Bruchflächen zeigt sich der meiste Stahl wenig glänzend, wie dies auch bei vielem Stabeisen der Fall ist. Gehärteter Stahl hat einen stärkeren Glanz als ungehärteter.

Die Textur des Stahls ist weit charakteristischer als Glanz und Farbe desselben. Guter weicher Stahl nimmt nie, weder das sehnige Gefüge des Stabeisens, noch die grobkörnige Textur des grauen Roheisens an, wiewohl er sich dem letzteren hierin zuweilen nähert. In solchem Falle giebt aber seine lichtere Farbe den Ausschlag. Die rein körnige Textur des Stahls, in Verbindung mit seiner Farbe, macht nur Verwechslungen zwischen Stahl und dem kohlenstoffarmen weissen Roheisen möglich. Die Körner auf der Bruchfläche des Stahls haben eine weniger bestimmte Form als die des körnigen (nur wenig ausgereckten) Stabeisens, sondern sie verfließen mehr in einander. Gehärteter Stahl hat eine noch ausgezeichneter Textur. Auf seiner Bruchfläche gleicht er dem feinsten Silber, und die Körner sind so klein, dass sie kaum mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können.

Härte ist eine der vorzüglichsten Eigenschaften des Stahls. Schon im ungehärteten Zustande übertrifft er hierin das Stabeisen, und nur etwa die kohlenstoffreichen Sorten des letzteren kommen ihm in dieser Hinsicht nahe; gehärteter Stahl aber besitzt fast Quarzhärte, ohne jedoch je den außerordentlichen Härtegrad des weissen Roheisens, namentlich des Spiegeleisens, ganz zu erreichen.

Festigkeit ist eine andere Eigenschaft, durch welche sich der Stahl sowohl vor Stab- und Roheisen, als überhaupt vor allen anderen Metallen auszeichnet. Die absolute Festigkeit des Stahls kann, nach Musschenbroek's und Rennie's Versuchen, wenigstens doppelt so groß als die des Stabeisens angenommen werden. Man kann daher rechnen, dass guter Stahl auf 1 Quadratzoll Rheinl. Querschnittsfläche wenigstens 120,000 Berl. Pfunde tragen kann, ehe er zerreißt. Durch das Härten verliert der Stahl etwas von dieser Festigkeit (behält etwa nur 110,000 Pfd.). Durch späteres Wiedererwärmen (Anlassen) bis zu einer gewissen Temperatur (zu deren Beurteilung man sich der Anlauffarben bedient) erlangt er aber eine noch größere Festigkeit als der ungehärtete Stahl, und trägt dann wohl 130,000 bis 150,000 Pfd. Die Grenze der absoluten Elasticität des Stahls ist noch nicht ermittelt. Es scheint jedoch, dass der Stahl mehr als $\frac{1}{2}$, vielleicht $\frac{2}{3}$ der angegebenen Belastungen tragen kann, ohne bleibende Dehnungen zu erleiden. Ueber die relative Festigkeit

des Stahls ist nichts Zuverlässiges ermittelt. Ein Gleiches ist der Fall mit der rückwirkenden Festigkeit desselben. Da jedoch absolute und rückwirkende Festigkeit in einem gewissen Zusammenhange stehen, so lässt sich schliessen, dass die letztere beim Stahle, namentlich aber beim gehärteten und wieder angelassenen sehr groß, wahrscheinlich noch bedeutender als beim Roheisen seyn wird. Solcher Stahl wird also das beste Material seyn, um Stäbe daraus anzufertigen, welche, hängend oder stützend, große Lasten tragen, und doch so dünn als möglich seyn sollen.

Die Geschmeidigkeit des weichen Stahls bei gewöhnlicher Temperatur ist noch geringer als die des harten Roheisens. Gehärteter Stahl ist äußerst spröde, und duldet durchaus keine Bearbeitung mit dem Hammer. Je mehr aber sowohl weicher als gehärteter Stahl erhitzt werden, desto geschmeidiger zeigen sie sich.

Das spezifische Gewicht der verschiedenen Stahlsorten fällt, nach Karsten, zwischen die Grenzen 7,6224 und 7,8131; als Durchschnittszahl giebt Karsten 7,7 an. Nach Berzelius ist das spezifische Gewicht des Stahls = 7,8 bis 7,9. Durch das Härten erlangt der Stahl meist ein kleineres spezifisches Gewicht als er zuvor besafs. Rinman fand z. B. das spezifische Gewicht einer weichen Stahlsorte = 7,751, das derselben Stahlsorte nach dem Härten = 7,553. Pearson fand das spezifische Gewicht geschmiedeten, weichen Stahls = 7,794, im gehärteten Zustande dagegen 7,676. Die Abnahme des spezifischen Gewichts der verschiedenen Stahlsorten beim Härten, oder, mit anderen Worten, die Zunahme ihres Volums, ist nicht stets dieselbe. Einerseits hat hierauf die chemische Beschaffenheit des Stahls, andererseits aber auch die Temperatur einen Einfluss, bei welcher das Härten (Ablöschen) geschah. Nach Rinman giebt es Stahlsorten, und zwar sehr gute, welche ihr Volum beim Härten vermindern.

Verhalten des Stahls zur Wärme. Inwiefern der Kohlenstoffgehalt des Stahls bei demselben ein anderes Wärmestrahlungs- und Wärmeabsorptions-Vermögen, eine andere spezifische Wärme u. s. w. als beim reinen Eisen oder Stabeisen hervorbringt, ist zum Theil noch durch zahlreichere Versuche zu ermitteln, als bisher darüber angestellt wurden. — Die spezifische Wärme des Gussstahls fand Regnault = 0,11848. — Davy fand, dass die Längenausdehnung eines von 0° bis zum Siedepunkt erwärmten Stahlstabes = 0,00112 ist. Stahl dehnt sich hiernach also kaum mehr als Stabeisen (0,00111) und geringer als Gusseisen (0,00126) aus. Nach Rinman's Versuchen wächst die Länge eines Stahlstabes zwischen der gewöhnlichen Sommertemperatur und der Rothglühhitze um $\frac{9}{500}$ (beim Stabeisen $\frac{7}{500}$ und beim Roheisen $\frac{7}{500}$), und zwischen jener ersteren und der Weißglühhitze um $\frac{10}{500}$ (beim Stabeisen $\frac{7}{500}$ und beim Roheisen $\frac{12}{500}$). —

Der Schmelzpunkt des Stahls liegt zwischen dem des Stabeisens und dem des Roheisens, also zwischen 2000° und 1600° C., möchte sich daher bei 1800° C. annehmen lassen. Je nachdem eine Stahlsorte mehr oder weniger Kohlenstoff enthält, fällt ihr Schmelzpunkt etwas niedriger oder höher, und es giebt Stahlarthen, deren Schmelzpunkte auf diese Weise gewiss um mehr als 100° C. differiren. — Wird Stahl, gleichviel ob gehärteter oder ungehärteter, bis zum Weißglühen erhitzt, so erleidet derselbe eine ganz ähnliche Erweichung wie

das Stabeisen. Aus dem, was bei dem letzteren über die Bedingungen zur Schweifsbarkeit angeführt wurde, ist es also *a priori* klar, dass sich Stahl ausgezeichnet gut schweißen lassen muss. Dies ist auch wirklich der Fall. Es kann nicht bloß Stahl mit Stahl, sondern auch Stahl mit Stabeisen zusammengeschweißt werden. Der Stahl büßt, bei zu oft wiederholtem oder zu lange fortgesetztem Weißglühen, weit schwieriger seine Schweifsbarkeit ein, als das Stabeisen, was auch aus seinem größeren Kohlenstoffgehalte erklärlich wird; er verbrennt aber, wie der praktische Ausdruck lautet, ebenso leicht, ja noch leichter als dieses. Unter verbranntem Stahl versteht man aber nicht, wie dies beim Stabeisen der Fall ist, ein völlig entkohltes und folglich nicht mehr schweißbares Eisen, sondern nur einen, durch Verlust von Kohlenstoff in Stabeisen umgeänderten, oder doch wenigstens dem Stabeisen nahe stehenden Stahl. Um diesem Verluste der guten Eigenschaften des Stahles vorzubeugen, ist es, bei seinem Erhitzen zum Weißglühen, durchaus nothwendig, ihn mit Sand zu bestreuen oder seine Oberfläche durch irgend eine andere künstliche Schlackendecke zu beschützen, um die Verbrennung seines Kohlengehaltes so viel wie möglich zu verhindern. Der Schmied giebt dem Stahle also stets sogenannte »saftige« Schweifshitzen, in denen sich der Stahl unter einer leichtflüssigen Schlackendecke befindet, und vermeidet die »trocknen«, bei denen kein anderes Schutzmittel gegen das Verbrennen seines Kohlenstoffes vorhanden ist, als die glühenden Kohlen, zwischen denen der Stahl weißglühend gemacht wird. Gehärteter und weicher Stahl lassen sich gleich gut schweißen; ersterer verliert, schon vor dem Eintreten der Weißglühhitze, alle Eigenschaften, die ihn von letzterem unterscheiden.

Verhalten des Stahls zum Magnetismus. Das beste Material zur Anfertigung von Magneten ist, nach unsern jetzigen Erfahrungen, der Stahl. Stabeisen wird allerdings schneller magnetisch, und auch stärker vom Magnete angezogen als dieser, aber seine erlangte magnetische Kraft nimmt sehr schnell ab, und kommt bald auf Null. Ein durch Streichen mittelst eines schon gebildeten Magnetes polarisch gemachter Stahlstab behält aber auch nicht die ganze Menge der magnetischen Kraft, welche ihm anfänglich ertheilt wurde, sondern dieselbe verringert sich, während Wochen, Monaten, ja selbst Jahren, nach und nach; zuerst schneller, später langsamer. Dann aber tritt zuletzt ein Zeitpunkt ein, wo diese Abnahme so gering wird, dass man sie, selbst für eine Reihe von Jahren, als fast = 0 betrachten kann. Hansteen hat diese wichtige Thatsache durch sehr genaue Versuche erwiesen. Es ist also hiernach räthlicher, bei Versuchen mit der Magnetenadel, welche eine während größerer Zeiträume unveränderte polarische Kraft derselben voraussetzen, solche Magnetenadeln anzuwenden, deren Magnetismus constant geworden ist, anstatt dieselben durch Bestreichen auf das Maximum ihrer magnetischen Kraft zu bringen. Um sich dergleichen constante Magnetenadeln zu verschaffen, hat man aber nicht nöthig, das Eintreten jenes Nullpunktes abzuwarten (dies kann ein paar, ja selbst bis 10 Jahre dauern), sondern man braucht nur das folgende von Hansteen ¹⁾ angegebene Verfahren zu befolgen. Ein durch Ablöschen einer kalten Flüssigkeit glashart gemachter Stahl-

¹⁾ De mutationibus momenti virgae magneticae; Christiania 1842.

stab wird bei einer zwischen 300^o und 320^o liegenden Temperatur angelassen, was am besten auf die Weise geschieht, dass man ihn so lange in kochendes Leinöl taucht, bis er die Temperatur desselben angenommen hat. Der so vorbereitete Stahlstab wird nun durch Bestreichen auf das Maximum seiner magnetischen Kraft gebracht; um ihn aber constant zu machen, taucht man denselben in Wasser von 30^o C. Auf diese Weise erhält man eine Magnetnadel, welche bei keiner unter 30^o C. liegenden Temperatur, selbst nach jahrelanger Aufbewahrung, an Intensität merklich verliert. Jenes Anlassen des zuerst glashart gemachten Stahlstabes geschieht deswegen, um seine magnetische Capacität zu erhöhen. Hansteen hat nämlich gefunden, dass ein in kochendem Leinöl angelassener Stahlstab fähig ist, nahe 1,5mal so viel magnetische Kraft aufzunehmen und constant zu behalten, als ein glashart gemachter. — Ein Haupterforderniss bei der Anfertigung guter, stählerner Magnetstäbe ist die magnetische Homogenität ihrer Masse. Ungleiche Dichtigkeit, durch nicht ganz gleichmäßiges Härten oder Anlassen hervorgebracht, so wie ungleich vertheilter Kohlenstoffgehalt des Stahls, stehen dessen Capacität für magnetische Polarität entgegen. Inwiefern hierauf auch die absolute Menge des im Stahle vorhandenen Kohlenstoffs eine Wirkung äufsert, ist bis jetzt nicht näher untersucht worden.

Verhalten des Stahls zur Elektrizität. Weicher Stahl ist ein besserer Leiter der Elektrizität als gehärteter; ob aber weicher Stahl die Elektrizität besser oder schlechter leite als Stabeisen, ist bisher kaum ausgemacht, obwohl letzteres das Wahrscheinlichere ist.

Oxydirbarkeit des Stahls. Unter den bei der Oxydirbarkeit des Stabeisens näher angegebenen Verhältnissen rostet polirter Stahl fast so schwierig wie weißes Roheisen, also weit weniger leicht als Stabeisen. Hat aber die Eisenoxydbildung einmal begonnen, so schreitet sie auch rasch vorwärts, und v. Bunsdorff mag Recht haben, wenn er behauptet ¹⁾, dass der schon gebildete Rost mit dem noch unoxydirtem Metalle in galvanische Action tritt, und hierdurch den Oxydationsprocess wesentlich beschleunigt. Wird ein Stück blanker Stahl bei Zutritt der Luft erhitzt, so sieht man, während er die verschiedenen Temperaturgrade bis zum Rothglühen durchläuft, auf seiner Oberfläche eine Reihenfolge von Farben erscheinen, von denen, bei steigender Temperatur, die eine allmählig in die andere übergeht, bis endlich die Erscheinung durch die herannahende Rothglühhitze schwächer wird, und sich zuletzt, bei eingetretener dunkler Rothgluth, ganz verliert. Dies Phänomen nennt man das Anlaufen des Stahls. Die verschiedenen Anlauffarben kommen bei gewissen, sehr bestimmten Wärmegraden zum Vorschein, und zwar in folgender Ordnung: 1) Blassgelb, bei einer Temperatur von 221^o C.; 2) Strohgelb, bei 232^o C.; 3) Goldgelb, bei 243^o C.; 4) Braun, bei 254^o C.; 5) Purpurfleckig, bei 266^o C.; 6) Purpurfarben, bei 277^o C.; 7) Hellblau, bei 288^o C.; 8) Dunkelblau, bei 293^o C.; 9) Schwarzblau, bei 316^o C. Bei 360^o C. tritt völlige Farblosigkeit ein. Wird die Hitze noch mehr gesteigert, so erscheinen dieselben Farben in derselben Reihenfolge, aber weit weniger lebhaft und dabei schneller verschwindend als zuvor. Dass diese Anlauffarben in einer beginnenden Oxydation des Eisens be-

¹⁾ Poggend. Ann. Bd. 42. S. 332.

gründet sind, geht daraus hervor, dass dieselben nicht entstehen, wenn ein Stück Stahl ohne Luftzutritt, z. B. unter Oel erhitzt wird. Ein anderer Beweis dafür ist der, dass ein bunt angelaufener Stahl seine Färbung verliert, sobald man ihn in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erwärmt. Welche Oxydationsstufe des Eisens beim Anlaufen gebildet wird, ist schwieriger zu beantworten, kann aber für die Erklärung des Phänomens als gleichgültig angesehen werden. Man braucht nämlich hierzu nur anzunehmen, dass die erste, außerordentlich dünne Oxydhaut, welche sich auf der blanken Stahloberfläche bildet, eben wegen ihrer großen Dünne, vollkommen durchsichtig sey. So lange dieselbe an Dicke zunimmt, ohne dabei zu sehr an Durchsichtigkeit einzubüßen, müssen daher die bekannten Farben der dünnen Blättchen erscheinen, und dies geschieht auch wirklich. Die Ordnung der Anlauffarben, so weit sich letztere beobachten lassen, ist fast genau dieselbe, wie die Farbenordnung in den Newton'schen Ringen, welche hervorgebracht werden, wenn man ein convexes Glas von großem Krümmungs-Halbmesser auf ein plangeschliffenes Glas legt. Was hier die verschiedene Dicke der zwischen den beiden Gläsern, zunächst ihrem Berührungspunkte, befindlichen Luftschicht bewirkt, wird bei dem Phänomene des Anlaufens durch die wachsende Dicke der Oxydhaut hervorgebracht. In ersterem Falle sieht man also die Farben neben einander (im Raume), in letzterem nach einander (in der Zeit) erscheinen. In beiden Fällen tritt aber, was sehr bezeichnend ist, eine Wiederholung derselben Farben ein. — Wie schon beim Stabeisen und Roheisen erwähnt wurde, ist es nicht der Stahl allein, welcher die Eigenschaft des Anlaufens besitzt, sondern sie kommt auch den beiden erstgenannten, wie dem reinen Eisen zu. Ein Unterschied findet hierbei nur in der Hinsicht statt, dass das Eintreten der Anlauffarben bei den verschiedenen Eisengattungen früher oder später geschieht. Weißes Roheisen zeigt dieselben wahrscheinlich bei der niedrigsten Temperatur, dann folgt Stahl, dann graues Roheisen, dann Stabeisen und zuletzt reines Eisen. Es scheint nämlich als Regel aufgestellt werden zu können, dass das Eisen desto eher anläuft, je härter es ist. Dass hierbei zuweilen keine ganz geringen Temperaturunterschiede stattfinden, ersieht man daraus, dass z. B. mancher Stahl schon carmoisinroth ist, während Stabeisen bei derselben Temperatur erst gelb erscheint. — Der Stahlarbeiter benutzt die Anlauffarben des Stahls zur richtigen Beurtheilung der mehr oder weniger bedeutenden Härtegrade, die er den verschiedenen Stahlwaaren durch das Anlassen (s. Verhalten des Stahls zur Wärme) geben muss.

Auflösbarkeit des Stahls. Verdünnte Salzsäure oder Schwefelsäure scheiden, beim Auflösen des weichen Stahls, eine größere Menge jener graphitähnlichen Substanz (Polycarburet) ab, als beim Stabeisen. Wenn man verdünnte Salpetersäure zur Auflösung des weichen Stahls anwendet, erhält man dieses Polycarburet nicht, weil es von der Säure, unter theilweiser Auflösung und mit Zurücklassung des röthlich brannen, kohligen Körpers zersetzt wird. In concentrirter Salzsäure löst sich der weiche Stahl ohne Residuum auf. In starker Schwefelsäure hinterlässt er anfangs das graphitähnliche Polycarburet, dasselbe wird aber bald in schwarzbraune, kohlige Substanz umgewandelt. Concentrirte Salpetersäure verhält sich ähnlich wie die verdünnte; das Polycarburet wird zersetzt, die Säure färbt sich braun, und ein

Theil der röthlichbraunen Substanz wird aufgelöst. Der stark gehärtete Stahl wird im Allgemeinen von Säuren, besonders von den verdünnten, weit schwerer angegriffen als der ungehärtete, weiche. Uebrigens zeigt derselbe beim Auflösen Erscheinungen, ganz ähnlich wie sie beim weissen Roheisen angeführt wurden (s. Auflösbarkeit des Roheisens und Stabeisens). — Um sowohl aus Stahl, als aus Stabeisen und Roheisen den ganzen Eisengehalt zu extrahiren, und doch zugleich hierbei alle Kohle ungelöst zu lassen, darf man sich keiner freien Säuren bedienen, weil diese, wie schon mehrfach erwähnt, keine genaue Abscheidung des Kohlenstoffs zulassen, indem derselbe theils in Verbindung mit Wasserstoff, theils in dem sich bildenden flüchtigen Oele (s. Auflösbarkeit des Roheisens) fortgeführt, theils aber auch, besonders bei Anwendung von Salpetersäure, in der Säure aufgelöst wird. Es giebt viele Methoden zur Bestimmung des Kohlengehaltes der verschiedenen Eisengattungen, welche aber nicht alle eine gleiche Empfehlung verdienen. Hier mögen nur zwei derselben beschrieben werden, welche Berzelius angegeben hat, und denen vor allen übrigen der Vorzug gebühren dürfte. Die eine dieser Methoden ist folgende: Man schmelzt Chlorsilber zu einem Kuchen, und legt diesen in ein Gefäß mit Wasser, worauf man das zur Analyse bestimmte Stück Eisen auf das Chlorsilber legt, und das Gefäß wohl verschließt, damit die Luft ausgeschlossen werde. Wird das Wasser mit einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure versetzt, so geht die Operation etwas rascher. Das Eisen verbindet sich dabei mit dem Chlor im Silbersalze, welches zu metallischem Silber reducirt wird, und löst sich auf; der Gehalt des Eisens an Kohlenstoff und Graphit bleibt auf dem reducirten Silberkuchen, von welchem es mit der größten Leichtigkeit abgeschieden werden kann, liegen. Ist das Stück Eisen dick, so erfordert die Operation einige Zeit, wenn es vollständig zerlegt werden soll. 1 Thl. Eisen erfordert zur Auflösung $5\frac{1}{3}$ Thle. geschmolzenes Silberchlorid; aber man muss immer etwas mehr von letzterem nehmen. Die zweite Methode ist von Berzelius später als die angeführte vorgeschlagen, und hat unstreitig Vortheile vor dieser. Es wird bei derselben namentlich, wenn sie vorsichtig angestellt wird, selbst die geringste Wasserstoffentwicklung vermieden. Man digerirt das möglichst fein zertheilte Eisen mit einer Auflösung von Kupferchlorid, deren Quantität mehr als hinreichend seyn muss, um es in Eisenchlorür zu verwandeln. Bei einer Temperatur von etwa 50° C. ist dies nach 24 Stunden geschehen. Die Flüssigkeit wird abgossen, das rückständige, mit Kohle gemengte Kupfer wird mit einer concentrirten und mit Salzsäure gemischten Lösung von Kupferchlorid digerirt, bis das Kupfer in der Säure als Chlorür aufgelöst ist, worauf die zurückbleibende Kohle gesammelt wird. Nach Karsten's Erfahrungen ist jene Digerirwärme von 50° C. zu hoch, und eine kleine Wasserzersetzung soll sich dabei nicht vermeiden lassen; eine Temperatur von 5 bis 8° C. fand er für die zweckmäßigste. — Auf welche Art man nun auch die Kohle aus dem Eisen abgeschieden habe, so ist dieselbe niemals so rein, dass man sie nur zu wiegen brauchte, um den procentischen Kohlengehalt der untersuchten Eisensorte zu bestimmen. Dieselbe kann nämlich, aufser Graphit, Polycarburet und kohlige (moderähnliche) Substanz, noch hauptsächlich Kieselerde enthalten. Zur genauen Ermittlung des wahren Kohlenstoffgehaltes in diesem Ge-

menge, ist bisher durchaus kein anderer Weg bekannt als die Verbrennung in einem Apparate, wie er zur Analyse organischer Körper benutzt wird. — Soll nicht bloß der Kohlengehalt einer Eisensorte bestimmt, sondern auch noch ermittelt werden, wieviel von demselben chemisch an Eisen gebunden, und wieviel mechanisch als Graphit eingemengt war, so bedarf es dazu noch eines besonderen Versuches. Karsten giebt hierzu folgende Vorschrift. Man löst das Eisen in Königswasser auf, filtrirt, wäscht das Filtrum erst mit verdünnter Säure und dann mit Wasser vollständig aus, trocknet das Filtrum sorgfältig, nimmt dann den Inhalt desselben vorsichtig mit einem Spatel und zuletzt mit der Fahne einer Feder ab, und kocht ihn in einem silbernen Schälchen mit Aetzkalilauge, welche nicht allein die Kieselerde, sondern auch die mit dem Eisen chemisch verbunden gewesene Kohle, so viel davon nicht als Gas fortgegangen, oder von der sauren Auflösung aufgenommen worden ist, auflöst. Dann wird die Flüssigkeit stark mit Wasser verdünnt, und auf ein gewogenes Filtrum gebracht. Man süßt vollständig mit Wasser, dann mit Salzsäure und dann wieder mit Wasser aus, trocknet das Filtrum zuerst an der Luft, dann in einem tarirten Platintiegel bei 140 bis 150° C. Durch Abzug des Gewichtes des Filtrums erhält man das Gewicht des Graphits, welcher beim Verbrennen nur Asche vom Filtrum zurückläßt. —

5) Vergleichender Ueberblick über die chemische Constitution des Stabeisens, Stahls und Roheisens.

Wenn Stabeisen und Stahl aus dem weißglühenden, und Roheisen aus dem geschmolzenen Zustande durch eine langsame Abkühlung in den starren, erkalteten Zustand übergehen, so verbindet sich der in ihnen enthaltene Kohlenstoff mit einem Theile des Eisens zu Eisen-Polycarburet, welches, in Gestalt von graphitähnlichen Blättchen, von der übrigen Masse des Eisens mechanisch umschlossen wird. Dass letztere ganz kohlefrei sey, ist wohl kaum mit Grund anzunehmen, da dergleichen Ausscheidungen niemals vollkommen scharf vor sich gehen; sie wird also vielmehr als ein Eisen betrachtet werden müssen, in welchem man sich entweder einen geringen Theil des Polycarburets aufgelöst denken, oder welches man auch als ein Subcarburet betrachten kann. Nur die vorhandene Menge des ausgeschiedenen Polycarburets ist es, welche den hauptsächlichsten Unterschied zwischen langsam erkaltetem Stabeisen und weichem, ungehärtetem Stahl ausmacht; beim grauen Roheisen treten aber noch die ausgeschiedenen Graphitblättchen und die verunreinigenden Nebenbestandtheile (Silicium, Phosphor, Schwefel u. s. w.) hinzu. Ein sehr mit Kohlenstoff überladener, dem grauen Roheisen schon nahe stehender Stahl kann mitunter auch schon Graphitblättchen, wiewohl nur sehr wenige, enthalten.

Das Polycarburet des Eisens, dessen Vorhandenseyn zuerst von Karsten nachgewiesen wurde, hat bisher noch nicht in völliger Reinheit isolirt werden können. Es gleicht im Ansehen dem Graphite, unterscheidet sich aber von diesem dadurch, dass es vom Magnete gezogen wird. Karsten erhielt durch Verbrennung des Polycarburets einen, bei verschiedenen Versuchen zwischen 82 und 94 Procent schwankenden Rückstand an Eisenoxyd. Nimmt man hieraus das Mittel, so ergibt sich, dass diese Verbindung etwa aus 60 Procent Eisen

und 40 Procent Kohlenstoff bestehen mag, also als ein Fe C_3 betrachtet werden kann.

Wird Stabeisen oder Stahl, bis zum Weifsglühen erhitzt, oder Roheisen bei hoher Temperatur geschmolzen, und versetzt man dieselben darauf plötzlich in den Zustand der Erkaltung, so findet das Polycarburet keine Zeit zu seiner Bildung, eine gröfsere Menge Eisen bleibt mit dem Kohlenstoff verbunden, und es entsteht $\text{Fe}_4 \text{C}$. Diese Verbindung sehen wir im Spiegeleisen fast rein ausgebildet. Im gewöhnlichen weifsen Roheisen enthält dieselbe eine gröfsere oder geringere Menge kohlenstoffreies Eisen aufgelöst. Der gehärtete Stahl ist weifses Roheisen (natürlich ohne dessen Verunreinigungen), gemengt mit Stabeisen, und das plötzlich abgekühlte Stabeisen enthält nur so geringe Mengen weifsen Roheisens aufgelöst oder mechanisch eingeschlossen, dass dadurch nur geringe Abweichungen von den Eigenschaften des langsam erkalteten Stabeisens bewirkt werden können.

Sowohl die aus dem Eisen-Polycarburete, Fe C_3 (?), als aus dem Carburete, $\text{Fe}_4 \text{C}$, durch Einwirkung von Säuren abgeschiedene Kohle ist niemals reiner Kohlenstoff, sondern ein dem vegetabilischen Morder (s. d.) ganz ähnlicher Körper. Es scheint, dass der in äufserst fein vertheilter Substanz, gewissermassen atomweise abgeschiedene Kohlenstoff, sogleich Verbindungen, namentlich mit Wasserstoff und Sauerstoff, eingeht. — Das unter Auflösbarkeit des Stabeisens, Stahls und Roheisens angegebene Verhalten dieser Eisengattungen gegen Säuren findet, durch das Vorhandenseyn einer der beiden Verbindungen FeC_3 oder $\text{Fe}_4 \text{C}$ seine Erklärung. *Th. S.*

Eisen. Gewinnung. — Das chemisch reine Eisen ist kein Gegenstand der Darstellung im Grofsen, theils weil dessen Eigenschaften wenig zu einer solchen Gewinnung auffordern, theils auch, weil es bedeutende Schwierigkeiten haben würde, kohlefreies Eisen in einigermaßen beträchtlichen Quantitäten zu schmelzen. Auf welche Art dessen Darstellung im Kleinen bewerkstelligt werden kann, ist bereits (unter: Eisen, Eigenschaften) angeführt worden. Die Methoden der Roheisen-, Stabeisen- und Stahl-Gewinnung findet man in dem Folgenden beschrieben. Da das Roheisen fast stets als Material für die Stabeisen-Fabrication, und das Stabeisen wieder meist als Material für die Stahl-Bereitung dient, so ist es am natürlichsten, dass die Gewinnung des Roheisens bei dieser Beschreibung den Anfang macht.

1) Roheisen.

Alle zur hüttenmännischen Gewinnung des Eisens angewendeten Erze sind entweder Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff, des Eisenoxyds mit Wasser oder des Eisenoxyduls mit Kohlensäure. Die Darstellung des Roheisens aus den Eisenerzen geschieht daher durch einen einfachen reducirenden Schmelzprocess, bei welchem es hauptsächlich darauf ankommt, dass das reducirte Eisen sich mit einer hinreichenden Menge Kohlenstoff verbindet, um dadurch eine, in mehrfacher Hinsicht Vortheil gewährende Leichtflüssigkeit zu erlangen, welche sowohl dem Stahle als dem Stabeisen abgeht. Das Roheisen hat einen Kohlengehalt von etwa 3,20 bis 5,75, der Stahl von 0,90 bis 1,90 und das Stabeisen von 0,25 bis 0,50 Procent; das erste schmilzt bei ungefähr 1600°C ., der Stahl durchschnittlich bei 1800°C . und das Stabeisen bei circa

2000 C. Wollte man also ein, hinsichtlich seines Kohlengehaltes, dem Stahle oder gar dem Stabeisen nahe stehendes Roheisen, in geschmolzenem Zustande, aus den Erzen gewinnen, so würde dies, abgesehen von mancherlei Schwierigkeiten anderer Art, bedeutend höhere Temperaturgrade erfordern, als es bei der Ausbringung des gewöhnlich kohlenstoffreichen Roheisens der Fall ist. Uebrigens würde ein solches kohlenstoffarmes Roheisen doch nur in den seltensten Fällen annähernd die guten Eigenschaften des Stabeisens oder Stahls besitzen, indem die Eisenerze nur ausnahmsweise so rein vorkommen, dass das aus ihnen reducirte Eisen in dem hierzu erforderlichen Grade frei von schädlichen Beimischungen wäre. — Aufser der Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff werden bei diesem Reductionsprocesse noch zwei andere wichtige Anforderungen gemacht, nämlich ein möglichst geringer Eisenverlust (durch Verschlackung) und die Fortschaffung der größtmöglichen Menge schädlicher Stoffe, wie besonders Schwefel und Phosphor, welche theils in den Erzen, theils aber auch in dem zur Schmelzung angewendeten Brennmaterial enthalten seyn können. Um diesen drei Hauptforderungen zu genügen, ist es nicht hinreichend, die mit Kohle oder anderem Brennmaterial gemengten Eisenerze sogleich der reducirenden Schmelzung in einem dazu construirten Ofen zu unterwerfen, sondern es werden einerseits Vorarbeiten mit den Erzen erfordert, ehe sie in den zur Reduction bestimmten Ofen kommen, andererseits aber auch Mafsregeln während der reducirenden Schmelzung selbst.

Zu den Vorarbeiten, denen die Eisenerze unterworfen werden müssen, gehören besonders: 1) Verwitterung, 2) Röstung und 3) Zerkleinerung. — Unter Verwitterung versteht man die Veränderungen, welche die Erze erleiden, wenn sie während längerer Zeit dem Einflusse der Witterung ausgesetzt werden. Dieser Einfluss, der hauptsächlich in einer höheren Oxydation besteht, kann sich natürlich nicht bei allen Eisenerzen in gleichem Grade oder überhaupt geltend machen. Eisenglanz und Rotheisenstein werden sich durch Einwirkung der Luft nicht höher oxydiren können, da beide schon aus Eisenoxyd bestehen, und ein Gleiches wird der Fall seyn mit Brauneisenstein (reines Eisenoxydhydrat) und Raseneisenstein (unreines Eisenoxydhydrat). Magneteisenstein ist zwar einer solchen höheren Oxydation fähig, da er aber fast stets in sehr dichten Massen vorkommt, so wird dieselbe, selbst nach Verlauf von Jahren, meist nur sehr oberflächlich und unvollkommen eintreten können. Die einzigen Eisenerze, bei welchen eine schnellere und vollständigere Verwitterung eintritt, sind diejenigen, welche kohlen-saures Eisenoxydul als Hauptbestandtheil enthalten, also Spatheisenstein und damit verwandte Erze (Sphärosiderite). Das Eisenoxydul derselben oxydirt sich zu Eisenoxyd, die Kohlensäure entweicht und es entsteht zuletzt Eisenoxydhydrat. Der Zweck der Verwitterung ist aber keineswegs die höhere Oxydation selbst, sondern nur die Folge derselben, nämlich eine dadurch entstehende Auflockerung, Porosität der Erzmasse. Wie diese durch Hinzutreten des Sauerstoffs, gewissermässen durch ein Rosten des Erzes hervorgebracht wird, ist leicht einzusehen; welche Vortheile sie gewährt, soll weiter unten auseinandergesetzt werden.

Aufser der Auflockerung hat das Verwittern noch eine gute Wirkung anderer Art auf die Beschaffenheit der Erze; eingesprengte

Schwefelmetalle, wie besonders Schwefelkies und Magnetkies, werden hierbei zersetzt und die entstandenen schwefelsauren Salze größtentheils durch den Regen weggeführt. Ein schädlicher Phosphor- oder Arsenikgehalt wird jedoch auf solche Weise nur wenig oder gar nicht vermindert. — Das Rösten der Eisenerze besteht in einem Glühen derselben bei Luftzutritt. Dieser Process übt dieselben Vortheile wie die Verwitterung aus, aber in einem bei weitem schnelleren und höheren Grade. Es können also ökonomische Gründe seyn, welche der letzteren vor dem ersten zuweilen den Vorzug geben. Durch das Rösten werden sogar harte Eisenglanze und Rotheisensteine mürbe, indem sie eine große Anzahl feiner Sprünge bekommen, eine Wirkung, welche bei jedem stark erhitzten und darauf schnell abgekühlten Steine eintritt, wenn derselbe auch durch die Erhitzung durchaus keine chemischen Veränderungen erleidet. Noch poröser als Eisenglanz und Rotheisenstein wird unter solchen Umständen Magneteisenstein werden, da bei diesem eine theilweise Oxydation jene Sprünge noch mehr auseinander treibt und ihre Anzahl vermehrt. Bei den Eisenoxydhydrat-Erzen entweicht das Wasser und bei den Spatheisensteinen und Sphärosideriten die Kohlensäure, und lässt die Erzmassen in einem Zustande zwar sehr feiner, aber vollkommner, so zu sagen atomistischer Porosität zurück. Die Entfernung der schädlichen Bestandtheile geschieht durch das Rösten ebenfalls schneller und besser, als durch das Verwittern; von Schwefel und Arsenik wird ein großer Theil oxydirt und verflüchtigt, nur der Phosphor, welcher meist schon als Säure vorhanden ist, widersteht sowohl dem einen als dem andern. In hohem Grade wird die Fortschaffung des Schwefels und Arseniks befördert, wenn man sich beim Rösten der Wasserdämpfe bedient, und diese, wie Nordenskjöld gezeigt hat, in gewisser Quantität durch die glühende Erzmasse streichen lässt. Die schon gebildeten schwefelsauren und arseniksauren Salze werden hierdurch wieder reducirt, und es entweicht Schwefelwasserstoff und Arsenikwasserstoff, welche zu schwelliger Säure, arseniger Säure und Wasser verbrennen. Jene Porosität nun, welche die Eisenerze theilweise durch Verwitterung, in noch höherem Grade aber durch Rösten erlangen, trägt wesentlich dazu bei, dass zwei von jenen drei Hauptanforderungen erfüllt werden können, nämlich: 1) eine vollständige Reduction beim späteren Schmelzen, und 2) die erforderliche Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff während dieses Processes. Da die Reduction der Eisenerze, wie später näher auseinandergesetzt werden soll, nicht durch die unmittelbare Berührung derselben mit fester Kohle, sondern nur durch die Einwirkung der reducirenden Gasarten (Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff) geschieht, so ist hierzu also ein vollkommen poröser Zustand erforderlich, welcher diesen Gasarten auch den Zugang in's Innere der Erzstücke gestattet. Sobald Erztheile, welche noch oxydirtes Eisen enthalten, aus den weniger heißen Theilen des Schachtofens, in welchem aber die Reduction schon beendet werden soll, in den eigentlichen Schmelzraum eintreten, so wird nur ihr reducirtes Theil schmelzen, der andere aber der Verschlackung ausgesetzt werden. Die Reduction der Erze muss aber nicht nur schon:it atgefunden haben, ehe die Erze aus dem Reducionsraume in den Schmelzraum eintreten, sondern sie muss auch schon zeitig genug geschehen seyn, damit das reducirt, aber noch nicht geschmolzene Eisen, auf seinem Wege zum Schmelzraume, Zeit genug hatte, sich mit

Kohlenstoff zu sättigen. Es ist nämlich mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass das Eisen, wenn es erst einmal zur Schmelzung gelangt ist, nicht mehr so viel Gelegenheit hat, Kohlenstoff aufzunehmen, als in einem stark glühenden, erweichten Zustande, wie er der Schmelzung vorausgeht. Dass eine solche beschleunigte Reduction ebenfalls durch die Porosität der Erzmasse befördert wird, bedarf, nach dem Gesagten, keiner weiteren Erörterung. Aber noch auf eine andere Art wirkt die vorhergegangene Röstung der Eisenerze auf eine Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff hin. Es ist schon erwähnt worden, dass eine hohe Temperatur hierbei von großer Wichtigkeit ist. Durch das Rösten wird nun eine zum Theil sehr bedeutende Menge von flüchtigen Bestandtheilen (hygroskopisches und chemisch gebundenes Wasser, Kohlensäure u. s. w.) aus den Erzen entfernt, welche, wenn ihre Verflüchtigung erst in dem Hohofen selbst geschähe, die Temperatur im Innern des Schachtraumes unfehlbar sehr deprimiren würde, da alle diese Gase, ganz besonders aber die Wasserdämpfe, eine beträchtliche Quantität Wärme binden und aus dem Ofen entführen müssten.

Aus dem Angeführten ergibt sich, dass die Röstung der Eisenerze, welche, namentlich bei einigen derselben, leicht als ein ziemlich unwesentlicher Process erscheinen könnte, einen großen Einfluss auf den Ausfall der nachfolgenden reducirenden Schmelzung ausübt, indem sie zur Erfüllung der drei Hauptforderungen beim Ausbringen des Roheisens, Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff, vollständige Reduction und möglichste Fortschaffung der schädlichen Beimengungen, wesentlich beiträgt. Die Verwitterung der Erze bewirkt ein Gleiches, aber in weit mehr Zeit erforderndem und schwächerem Grade. Zuweilen pflegt man die Erze nach dem Rösten dem Verwittern auszusetzen. Ihre Porosität wird sicher dadurch vermehrt und die Quantität der schädlichen Beimengungen vielleicht noch vermindert, aber dieselben nehmen hierbei viel hygroskopisches Wasser auf, welches eigentlich durch nochmaliges Erhitzen wieder weggeschafft werden müsste, ehe sie in den Schmelzofen kommen. — Sowohl durch Röstung als Verwitterung wird der letzte vorbereitende Process, die Zerkleinerung der Eisenerze, sehr erleichtert. Es ist klar, dass man nicht Erzstücke von Cubikfuß- und von Cubikzoll-Größe mit gleichem Erfolge der Reduction und Schmelzung wird aussetzen können. Selbst bei einer vollkommenen Porosität solcher Stücke wird die Reduction und Schmelzung der kleinen doch weit eher vollbracht seyn, als die der großen. Mit der Kleinheit hat es aber hierbei auch seine Grenze. Pulverförmiges oder gar staubfeines Erz wird in dem Schachte des Schmelzofens so dicht aufeinander liegen, und den Gasarten nur eine so unvollkommene Circulation gestatten, dass dadurch ein in mehrfacher Hinsicht schlechter Schmelzgang entstehen muss. Eine Größe der Erzstücke von 1 bis 4 Cubikzoll ist im Allgemeinen das Richtige. Die leicht reducibaren Erze (s. Eisenerze) können in größeren, die schwer reducibaren dagegen müssen in kleineren Stücken angewendet werden. Auch die Zerkleinerung trägt also zu einer schnelleren Reduction, und mithin sowohl zu einer späteren Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff, als auch zu einer vollständigen Reduction der Erze bei.

Die Mafsregeln der reducirenden Schmelzung sind sehr mannichfacher Art, aber alle laufen darauf hinaus, einer oder mehreren der drei Hauptforderungen zu genügen. Es sind hauptsächlich

folgende: 1) eine besondere Ofenconstruction, 2) Gattirung der Erze, 3) Wahl der Zuschläge zu denselben, 4) zweckmäßige Art und Menge des Brennmaterials, 5) gewisse Menge und Pressung der Gebläseluft, 6) Trockenheit der Ofenwände, der Beschickung und der Gebläseluft, 7) Temperatur des eingeblasenen Windes.

Bei der zweckmäßigen Construction eines Schmelzofens zur Roheisen-Erzeugung, muss natürlicher Weise vor Allem die Idee zu Grunde liegen, dass die Erze, ehe sie an die heißeste Stelle des Ofens, in den eigentlichen Schmelzraum, gelangen, eine hinreichende Zeit den Einwirkungen der reducirenden und kohlendenden (Kohlenstoff an das Eisen abtretenden) Gasarten ausgesetzt gewesen sind. Diese Idee kann nicht einfacher realisirt werden, als durch einen cylinderförmigen Schachtraum, in welchem die mit dem Brennmaterial gemengten Erze übereinandergeschichtet liegen, und vermittelst der am Fusse des cylinderförmigen Raumes einströmenden Gebläseluft von unten auf erhitzt werden. Der Schmelzraum wird alsdann in der Nähe des Ortes, wo die Luft einströmt, entstehen, und die ganze Beschickungssäule wird in dem Maße von oben nach unten nachrücken müssen, als die reducirtten Erze schmelzen und das Brennmaterial vor dem Gebläse verbrennt. Eine solche Ofenconstruction würde jedoch wesentliche Mängel haben und sogar gegen alle drei Hauptforderungen verstossen. Vorausgesetzt selbst, man hätte dafür gesorgt, dass die Beschickungssäule nicht bis in den Raum, wo sich das geschmolzene Roheisen ansammeln soll, niederdrückte, indem man letzterem einen Abfluss verschaffte, und es durch eine besondere Vorrichtung vor dem zu zeitigen Erstarren schützte, so würde das erzeugte Eisen sicherlich nicht mit Kohle gesättigt seyn, es würde bei weitem keine vollständige Reduction geschehen und die Schmelzung würde sehr bald in Unordnung, ja vielleicht in Stillstand gerathen. Dicht über dem Schmelzraume nämlich ist der Ort, wo das schon reducirtte Eisen den grössten Theil seines Kohlenstoffgehaltes aufnehmen soll, und etwas höher liegt die Stelle, wo alle Reduction beendet seyn muss. An diesen beiden Orten muss man die reducirtten Erze also vorzugsweise längere Zeit aufzuhalten suchen, damit sowohl die Reduction vollständig als die Sättigung mit Kohle in möglichst hohem Grade erreicht werde; hier muss also der Schachtraum eine grössere Weite haben, als an irgend einer anderen Stelle. Dies ist aber noch nicht genug. Um zu verhindern, dass von den reducirtten Erzen ein grösseres Quantum vor das Gebläse rückt, als in der heißen Zone desselben zu schmelzen vermag, muss der Schacht unterhalb dieses erweiterten Raumes zusammengezogen, gleichsam mit einem Halse versehen seyn. Diese Verengung des Schachtes an seinem unteren Ende wird alsdann zugleich den Vortheil gewähren, dass man dicht unter dem Gebläse einen Sammlungsraum für das geschmolzene Roheisen anbringen kann, indem man nun nicht mehr das Hineinrücken der noch ungeschmolzenen Beschickungssäule in das flüssige Metall zu befürchten braucht. Die Temperatur des dicht darüber liegenden Schmelzraumes wird jetzt das geschmolzene Roheisen vor dem Erstarren beschützen, ohne dass man eine besondere Vorrichtung dazu nöthig hätte. — In einem Ofen von der zuletzt skizzirten Construction, einem sogenannten Hohofen, werden bei der Verschmelzung der Eisenerze folgende Processe vor sich gehen. Am oberen Theile seines Schachtraumes wird die Temperatur

am wenigsten hoch, aber doch hoch genug seyn, um die Beschickung (Erze, Brennmaterial und Zuschläge) von jeder Spur Feuchtigkeit zu befreien, deren Anwesenheit sich trotz aller Vorsicht nicht ganz vermeiden liefs. Je weiter die Beschickung in den sich allmählig erweiternden Schachtraum hinabrückt, desto mehr wird sie erhitzt, und noch ehe sich die Temperatur so steigert, dass die Reduction ihren Anfang nimmt, wird vielleicht noch ein Theil der flüchtigen schädlichen Beimengungen, wie Schwefel und Arsenik, fortgeschafft, welche die Rö- stung nicht zu entfernen vermochte. Die durch Verbrennung des Brennmaterials gebildeten reducirenden Gasarten, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff und Wasserstoff gelangen in dem mittleren Raume des Ofenschachtes zur Wirkung, indem sie in die Poren des hinreichend erhitzten Erzes eindringen und dasselbe zu metallischem Eisen umändern, welches nun auf seinem weiteren Wege zum Schmelzraume nach und nach zu kohlehaltigem Eisen cementirt wird. Fängt dieses Eisen an tropfbar flüssig zu werden, so haben die einzelnen Tropfen noch Schwierigkeiten zu überwinden, ehe sie in den unterhalb des Gebläses befindlichen Sammlungsraum für das geschmolzene Metall gelangen. Während dieser Zeit wird, vorausgesetzt, dass der erforderliche Hitzgrad vorhanden ist, die Sättigung der flüssigen Eisen-Partikel mit Kohlenstoff auf das Maximum gebracht, indem sowohl Kohlenoxydgas Kohle an dieselben abtritt, als auch die unmittelbare Berührung mit weißglühender Kohle darauf hinwirkt. Kohlenwasserstoff kann dagegen im Schmelzraume oder auch dicht über demselben nichts zur Kohlung des Eisens beitragen, da er an diesen Stellen nicht vorhanden ist (s. Gichtgase). — Man wird jetzt einsehen, wie nothwendig es ist, dass die Beschickung so wenig feucht, wie möglich, in den Ofen gebracht wird. Dass die oberen Theile des Ofens dadurch abgekühlt werden müssen, ist von selber klar; aber diese Abkühlung wird, bei steter Auffüllung neuer Beschickung, sich nach und nach bis in die tiefer liegenden Theile des Schachtes, ja sogar bis in den Schmelzraum verpflanzen.

Unter Gattirung versteht man das Vermengen mehrerer Erzsarten. Es geschieht dies theils um einen richtigen mittleren Eisengehalt (hier- von weiter unten) des ganzen zu verschmelzenden Erzquantums zu Wege zu bringen, theils um Erzsarten, welche vorzugsweise schädliche Bestandtheile enthalten, zweckmäfsig zu vertheilen, theils endlich um einen guten Schmelzgang zu befördern. Letzteres geschieht auf folgende Art: Die zur Verschmelzung gelangenden Erze sind begreiflicher Weise nie ganz frei von eingemengten Gebirgsarten. Trifft es sich nun auf Eisenhüttenwerken, dass man Erzsarten hat, welche von verschiedenen Gebirgsarten begleitet werden, so wird man natürlich, wenn keine anderen, wichtigeren Gründe dagegen sprechen, stets solche mit einander zu gattiren suchen, welche eine gute leichtflüssige Schlacke durch ihr Zusammenschmelzen geben. Das Nähere der Schlackenbildung in dem Folgenden.

Die Zuschläge sind mineralische Substanzen, welche man beim Schmelzen der Erze zusetzt, um einerseits gewisse schädliche Beimengungen zu absorbiren und andererseits die Schlackenbildung zu befördern oder überhaupt möglich zu machen. Der gewöhnlichste und zweckmäfsigste Zuschlag ist Kalk, in der Regel als kohlenaurer Kalk, Kalkstein, angewendet. Er gewährt zugleich den Vortheil, dass ein Theil, obwohl vielleicht nur ein geringer, der in der Beschickung vor-

handenen Phosphorsäure absorbiert wird. Einen wesentlicheren Einfluss hat aber der Kalk auf die Entfernung des Schwefels, welcher besonders als Schwefelcalcium in die Schlacke zu gehen scheint. — Es ist bei der vorliegenden theoretischen Uebersicht des Roheisen-Schmelzprocesses bis jetzt, der Einfachheit wegen, angenommen worden, als könnte Roheisen durch Schmelzung eines nur aus reinen Eisenerzen und Brennmaterial bestehenden Gemenges erzeugt werden. Eine nähere Betrachtung wird zeigen, dass dies nicht möglich ist. Der Gang der verschiedenartigen Prozesse in dem oberen und mittleren Theile des Ofenschachtes, würde zwar ganz so stattfinden, wie angegeben; in dem unteren Theile des Schachtraumes aber, und namentlich in der Nähe des Ortes, wo die Gebläseluft einströmt, würde diesem guten Gange wieder entgegen gearbeitet werden. Das geschmolzene und noch nicht ganz mit Kohlenstoff gesättigte Eisen müsste hier mitten durch den heftigsten Strom des eingeblasenen Windes passiren, ohne ein Schutzmittel zu haben, welches sowohl Eisen als Kohlenstoff gegen die Verbrennung sicherte. Im günstigsten Falle würde man also, den Eisenverbrauch nicht zu rechnen, ein sehr kohlenstoffarmes Roheisen im unteren Sammlungsraume erhalten. Das hier befindliche flüssige Metall würde aber noch nicht vor weiterem Kohlenstoffverluste geschützt seyn, indem die Gebläseluft freien Zutritt zu seiner Oberfläche hätte. Es kommt also darauf an, diesen beiden wesentlichen Uebelständen vorzubeugen. Dies geschieht durch die Schlacke, d. h. einem hinreichend leichtflüssigen Silicate von Erden und Metalloxyden, welches sich neben dem reducirten Eisen aus den Bestandtheilen des Schmelzgemenges (der Beschickung) bildet, die einzelnen Roheisentropfen bei ihrem Durchgange durch den Gebläsestrom begleitet und dadurch weniger der Oxydation bloßstellt, so wie auch eine flüssige Schicht auf dem im Sammlungsraume befindlichen Roheisen bildet, wodurch dieses ebenfalls der Entkohlung und Verbrennung entzogen wird. Da die Eisenerze, in dem Zustande, wie sie zur Schmelzung kommen, fast niemals frei von begleitenden Gebirgsarten oder eingemengten Erdtheilen sind, so liefern diese Beimengungen schon ein mehr oder weniger gutes Schlackenmaterial. Durch eine zweckmäßige Gattirung kann dies oft sehr verbessert werden. Werden quarzreiche Erze mit kalkreichen in dem richtigen Verhältnisse zusammengeschmolzen, so wird eine gute Schlacke erzeugt werden. Sehr häufig reicht die Gattirung aber nicht aus, indem es den Erzen an einem oder dem andern Bestandtheile fehlt, welcher sich mit den schon vorhandenen bei der Schmelzung leicht verschlackt; in diesem Falle muss das Fehlende den Erzen zugesetzt, oder, wie der praktische Ausdruck dafür lautet, zugeschlagen werden. Das ist also der zweite wichtige Grund für den Gebrauch der Zuschläge. Ihre Menge und ihre Art richtet sich natürlicher Weise durchaus nach der Beschaffenheit der Erze, und kann, für den entsprechenden Fall, sowohl durch Proben im Kleinen (in Schmelztiegeln), als durch Proben im Großen (im Hohofen selbst) ermittelt werden. Als Anhalten hierbei dient die Erfahrung, dass in allen Hohofenschlacken von einem guten Schmelzgange, der Sauerstoffgehalt der Kieselerde durchschnittlich etwa $1\frac{1}{2}$ mal so groß ist, als der der Basen. Entweder nähern sich nämlich diese Schlacken den Singulo- oder den Bi-Silicaten¹⁾.

¹⁾ Mit den Namen Sub-, Singulo-, Bi- und Tri-Silicat bezeichnet der Hütten-

Das zu der Reduction der Eisenerze angewendete Brennmaterial ist bisher nicht näher bezeichnet worden. Es wird so gewählt werden müssen, dass es 1) den erforderlichen Hitzgrad bei der Verbrennung erzeugt, 2) eine gute Reduction der Erze und Kohlung des Eisens bewirkt, und 3) keine schädlichen Bestandtheile in den Ofen bringt. Ferner muss es auch noch eine gewisse Festigkeit besitzen, damit es, namentlich in den unteren Theilen des Ofenschachtes, nicht von der Last der darauf ruhenden Beschickung zu Staub gedrückt werde, was eine unregelmäßige Circulation der reducirenden Gase und andere Uebelstände zur Folge haben könnte. Diesen Anforderungen genügen nur zwei Brennmaterialien, nämlich Holzkohle und verkohlte Steinkohle (Koak). Anthracit ist im Ganzen zu selten, als dass er bei dieser allgemeinen Bestimmung in Betracht käme. Man hat vielfach versucht, Holz im unverkohlten oder halbverkohlten Zustande anzuwenden, aber nie mit vollkommen glücklichem Erfolge. Bei der Verkohlung oder der Fortsetzung der schon halb zu Ende gebrachten, denen letztere Brennmaterialien im Ofenschachte unterworfen sind, werden zu viel Gasarten entwickelt, welche Wärme binden und sie der Beschickung entziehen, als dass der erforderliche hohe Hitzgrad erreicht werden könnte. Wenn man sich auf einzelnen Eisenhüttenwerken eines Gemenges von Holzkohlen und halb verkohltem oder gar nicht verkohltem Holze mit anscheinendem Erfolge bedient, so beweist das nur, dass ein bis zu einem gewissen Grade verschlechterter Schmelzgang unter gewissen Verhältnissen pecuniäre Vortheile gewähren kann. Die sehr kohlenstoffreichen Steinkohlen erlauben es weit eher, dass man sie in unverkohltem Zustande anwendet, und es würde letzteres auch gewifs öfter geschehen als es der Fall ist, wenn man mit der Verkoakung derselben nicht noch einen anderen Zweck verbände als den, bei der Schmelzung eine möglichst hohe Temperatur zu erreichen. Die meisten Steinkohlen enthalten nämlich, in Folge ihres geologischen Bildungsprocesses, mehr oder weniger Schwefelkies eingesprengt, dessen Schwefel bei einer guten Verkoakung fast gänzlich entfernt wird. Enthalten dieselben dagegen, wie es auch mitunter vorkommt, eingesprengten Gyps in beträchtlicher Menge, so bleiben solche Steinkohlen auch nach der Verkoakung schlecht. Auf einem deutschen Eisenwerke hat man dadurch aus gypshaltigen Steinkohlen gute Koaks zu gewinnen gesucht, dass man Steinkohlenklein mittelst des von einer Dampfmaschine kommenden warmen Wassers auslaugte, und es nachher der Verkoakung unterwarf. Hierzu ist es aber unumgänglich erforderlich, dass die Steinkohlen sogenannte Backkohlen sind, nämlich solche, welche bei einer höheren Temperatur, wie sie zur Verkoakung nöthig ist, weich werden und an einander backen. — Verkohlter Torf und verkohlte Braunkohlen haben niemals die gehörige Festigkeit, welche, wie schon erwähnt, die zum Hohofenbetriebe brauchbaren Brennmaterialien haben müssen. Ersterer würde außerdem wegen des fast stets hohen Phosphorgehaltes seiner Asche nicht anwendbar seyn. — Was

mann, abweichend von der chemischen und mineralogischen Nomenclatur, Silicate, in denen der Sauerstoff der Kieselerde die Hälfte, das Gleiche, Doppelte und Dreifache des Sauerstoffs der Basen ausmacht. Dem Chemiker oder Mineralogen ist also das Singulo-Silicat ein Drittel-Silicat, und das Tri-Silicat eine neutrale Verbindung.

nun die Menge des Brennmaterials betrifft, welche zu einem gewissen Erzquantum gesetzt werden muss, um damit schon öfter angedeutete Zwecke zu erreichen, so ist dieses theils von der Beschaffenheit des Brennmaterials selbst, theils von der der Erze abhängig. Je ärmer, je leichter reducirbar und schmelzbar (mit Bezug auf die Schlacke) die letzteren sind, desto weniger Brennmaterial, und, je mehr der umgekehrte Fall stattfindet, eine desto grössere Menge wird zur Roheisengewinnung erforderlich seyn. Aehnliche Verhältnisse finden beim Brennmaterial selbst statt. Da der Hitzeffect der Koaks nach ihrem Aschengehalte und sonstigem Zustande verschieden ausfallen kann, so sind Vergleiche in dieser Hinsicht zwischen Holzkohlen und Koaks sehr unsicher; und diese Unsicherheit wird noch dadurch vermehrt, dass auch der Brenneffect der verschiedenen Holzkohlen sehr variabel seyn kann. Die jedesmalige Erfahrung ist bei allen diesen Verhältnissen die einzige sichere Leiterin.

Dass eine gewisse Menge der Gebläseluft erfordert wird, um eine lebhaftere Verbrennung des Brennmaterials im Schachte des Hohofens zu erhalten und dadurch eine hohe Temperatur zu erzeugen, bedarf kaum einer weiteren Auseinandersetzung. Sollen viele Kohlen zugleich brennen, so gehört viel Luft dazu. Weniger leicht dürfte es aber einge-
sehen werden, warum der eingeblasene Luftstrom eine gewisse Pres-
sung haben muss. Man sollte meinen, dass durch eine bestimmte
Quantität Sauerstoff, wenn sie mit Kohle verbrennt, stets dieselbe
Wärmemenge erzeugt werden müsste. Dies ist auch mathematisch ge-
nau der Fall. Also, könnte man weiter schliessen, muss es ganz gleich
seyn, ob die für einen Hohofen erforderliche Windmenge durch eine
ganz kleine oder sehr grofse Oeffnung in den Schachtraum strömt.
Dies wäre aber sehr falsch. In beiden Fällen wird allerdings, bei in
gleichen Zeiten eingeblasenen gleichen Luftmengen, das erzeugte
Wärme-Quantum dasselbe seyn, aber nicht der Wärme-Grad.
Es ist klar, dass in einem Raume von gegebener Gröfse die Tempera-
tur desto höher steigen muss, je mehr Kohlenpartikel auf einmal in
demselben verbrennen. Ist ein solcher Raum mit grösseren, unregel-
mäfsig über einander liegenden Kohlenstücken gefüllt, so wird seine
Temperatur von der Gröfse der brennenden Oberfläche der
Kohlen abhängig seyn. Bei einem Luftstrome von sehr geringer Pres-
sung werden auch in der That nur die Oberflächen, d. h. die an der
äufsersten Peripherie befindlichen Partikel der Kohlenstücke verbren-
nen; anders wird es sich hiermit aber bei einem stark gepressten Winde
verhalten. Derselbe wird nicht nur auf diese Oberfläche einwirken,
er wird sich mit Gewalt einen Weg in die porösen Kohlen bahnen
und in denselben eine Verbrennung erzwingen. Es werden also, bei
sonst gleichen Umständen, in einem mit stark gepresstem Winde ge-
speisten Schmelzraume mehr Kohlenpartikel auf einmal zur Verbren-
nung gelangen, als in einem mit schwach gepresstem Winde versehe-
nen, und folglich wird der erzeugte Wärme-Grad in ersterem Falle
gröfser seyn als im zweiten. Um einen solchen Wärme-Grad handelt
es sich aber bei der Roheisen-Erzeugung gar sehr. Wenn auch bei
schwachem Winde keine Wärme verloren geht, sondern nur auf einen
gröfseren Raum vertheilt wird, so ist damit nicht viel gewonnen,
wenn man nicht im Stande ist eine Temperatur zu erreichen, bei wel-
cher Kohlung und Schmelzung des Eisens am besten von Statten gehen.

— Aus der gegebenen Erklärung wird man leicht abstrahiren können, warum die dichten Koaks einen stärker gepressten Wind verlangen, als die porösen Holzkohlen.

Dass die Trockenheit der Ofenwände, der Beschickung und der Gebläseluft unerlässliche Bedingungen zur Erreichung eines hohen Hitzgrades und der davon abhängigen Kohlunng des Eisens sind, geht aus dem starken Wärme-Absorptions-Vermögen der Wasserdämpfe hervor.

Den Einfluss, welchen die Temperatur der Gebläseluft auf den Schmelzgang ausübt, auseinanderzusetzen, würde hier zu weit führen. Man sehe deshalb: Gebläseluft, erwärmte. Nur so viel möge erwähnt werden, dass die Anwendung einer bis gegen 200 oder 300° C. erhitzten Gebläseluft zwar manche Vortheile gewährt, namentlich eine Erhöhung der Temperatur im Schachtraume bewirkt, aber auch mit mancherlei Uebelständen verknüpft ist, wie z. B. mit der Erzeugung eines weniger reinen Roheisens, als bei kaltem Winde gewonnen werden kann. —

Nachdem auf diese Weise ein theoretischer Ueberblick über die hauptsächlichsten, zur Gewinnung des Roheisens erforderlichen Prozesse und Malsregeln gegeben, und dabei stets angedeutet worden ist, dass man den Grund zu allen diesen Veranstaltungen in der Erfüllung jener 3 Hauptforderungen (Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff, vollständige Reduction und Entfernung der schädlichen Stoffe) zu suchen habe, wird die praktische Ausführung der hüttenmännischen Prozesse, deren Beschreibung nun folgen soll, hinreichend motivirt erscheinen. Dass die Erfahrung bei diesen Processen noch manche Regel ausfindig gemacht hat, wie sie sich bei einer Betrachtung *a priori* nicht so leicht ergibt, ist vorauszusehen. Ferner wird aber auch hierbei ein bisher noch nicht gewürdigter, für die Praxis jedoch äußerst wichtiger Umstand beachtet werden müssen, nämlich die Oekonomie bei der Roheisenerzeugung. Käme es bei der Gewinnung des Eisens aus seinen Erzen, oder überhaupt bei jedem metallurgischen Prozesse, nur darauf an, nach chemischen Principien zu handeln, so würden die zum Zwecke führenden Mittel oft weit leichter zu finden seyn, als es der Fall auf Hüttenwerken ist, deren Lage und sonstige Verhältnisse die Wahl solcher Mittel sehr beschränkt. Es lassen sich daher nicht einmal viele allgemein gültige ökonomische Regeln aufstellen, sondern in dieser Hinsicht werden die einzelnen Hüttenwerke meist an ihre eignen speciellen Erfahrungen gewiesen seyn.

Das Verwittern der Eisenerze ist ein sehr einfacher Process, welcher wenig Vorkehrungen nöthig macht. Es kommt bei demselben nur darauf an, dass die nicht zu hoch aufgeschichteten Erze sich an einem Orte befinden, woselbst sie abwechselnd den Sonnenstrahlen und dem Regen ausgesetzt sind. Von Zeit zu Zeit müssen die Erzhaufen gewendet, d. h. Erzstücke, welche zu unterst lagen, nach oben gebracht werden, und umgekehrt. Die Zeit, welche verstreichen muss, bis eine solche Verwitterung durchgreifende Folgen gehabt hat, ist sehr verschieden nach Beschaffenheit der Erze; sehr harte, wie Magnet Eisenstein, können jahrelang der Witterung ausgesetzt werden, ehe sie eine gewisse Mürbheit erlangen. Eisenglanz verändert sich fast gar nicht, Spatheisenstein, namentlich Sphärosiderit, am leichtesten. Bei solchen harten Erzen wie Eisenglanz und Magnet Eisenstein, bewirkt das Verwittern aber wenig-

stens die Zersetzung des vielleicht eingesprengten Schwefelkieses. In kürzerer Zeit als 1 Jahr pflegt kein Eisenerz, selbst unter den günstigsten Umständen, verwittert zu seyn.

Das Rösten der Eisenerze geschieht entweder in Haufen, Stadeln oder Oefen. — Bei der Röstung in Haufen wird der geebnete und nicht zu sehr der Feuchtigkeit ausgesetzte Boden zuerst mit einer Schicht von Holzschelten oder großen Steinkohlenstücken bedeckt, auf welches Fundament abwechselnde Lagen von Erzstücken und Brennmaterial gelegt werden. Die größeren Erzstücke bringt man hierbei stets in der Nähe des Fundamentes an, und die kleineren in den oberen Theilen des Haufens, woselbst man auch kleineres Brennmaterial, wie Zweige, Tannenzapfen u. s. w. gebrauchen kann. Das Volum-Verhältniß zwischen Brennmaterial und Erz ist durchaus von dem Hitzgrade abhängig, welchen man, als am zweckmäßigsten für die Beschaffenheit der Erze, hervorzubringen wünscht. Die Größe der Haufen ist willkürlich; bei größeren gebraucht man, wie leicht einzusehen, verhältnißmäßig weniger Brennmaterial als bei kleineren. Nur darf die Höhe derselben ein gewisses Maximum nicht überschreiten, weil die oberen Erzsichten leicht eine zu starke Hitze erhalten, wodurch zusammengesinterte oder gar geschmolzene Massen entstehen können, welche bei der späteren Verschmelzung unfehlbar Eisenverlust nach sich ziehen müssen, indem einmal mit Kieselerde vereinigt Eisenoxydul oder Eisenoxyd fast allen Einwirkungen der reducirenden Gase im Hohofen widersteht. Die Anzündung eines aufgeschichteten Rösthaufens geschieht an seinem Fundamente. Oft ist ein einmaliges Brennen oder Rösten der Erze auf diese Weise nicht ganz hinreichend. Die Rösthaufen werden deshalb auseinander geschaufelt und die nicht gehörig durchrösteten Stücke in einen neuen Haufen gebracht. — Unter Stadeln versteht man Rösthaufen, welche von drei, gewöhnlich den herrschenden Winden am meisten ausgesetzten Seiten mit Mauern eingefasst sind. Der zwischen diesen Mauern liegende Boden pflegt in der Regel mit Steinen gepflastert zu seyn. Das Aufschichten von Erz und Brennmaterial geschieht übrigens hier wie bei der Haufenröstung. Ist dasselbe vollbracht, so wird zuweilen auch die vierte, der Bequemlichkeit wegen bis dahin offene Seite mit einer Mauer aus lose aufeinander gesetzten Steinen geschlossen, in welcher man zugleich am Boden einige Zuglöcher anbringt. Dergleichen Oeffnungen, welche das Zuströmen der nothwendigen Luft möglich machen, können auch in den feststehenden Mauern angebracht werden. Oft pflegt man aber mehrere Stadeln so neben einander zu legen, dass einzelne der Mauern Scheidewände zwischen zwei Rösthaufen bilden. In diesen kann man dann natürlich, wenn das Rösten in mehreren neben einanderliegenden Stadeln zugleich geschieht, keine Zuglöcher anbringen. — Die Oefen, welcher man sich zum Rösten der Eisenerze bedient, sind sehr einfacher Construction; es sind schachtförmige Räume von starkem Mauerwerk umgeben. Die Form dieser Räume, obwohl sie meist alle höher als breit sind, ist sehr verschieden, je nach wirklich vorhandenen Gründen oder der Laune des Baumeisters. Es giebt deren parallelepipedische, cylinderförmige mit sphärischem und ellipsoidischen Horizontal-Durchschnitt, kegel- und eiförmige, und noch andere, welche aus einer Combination solcher Formen bestehen. Welche innere Gestalt diese Oefen nun auch haben mögen, so ist es eine Hauptsache, dass ihre Construction es möglich macht, dass das fertig geröstete Erz an dem unteren Theile des Ofens ausgezo-

gen, und ein frisches Erzquantum ohne Schwierigkeit oben nachgefüllt werden kann. Es müssen sich deshalb an der Sohle der Oefen sogenannte Zieh- oder Ausziehöffnungen befinden, durch welche ersteres von Zeit zu Zeit geschieht. Erleichtert wird diese Operation noch dadurch, wenn die Schachtsohle, von ihrem Mittelpunkte oder einer Mittellinie aus, abschüssig nach den Ziehöffnungen, von denen man am besten zwei anbringt, hinläuft. Das Brennmaterial, Holzkohlen, Steinkohlen, Holz u. s. w., wird entweder schichtweis, mit den Erzen abwechselnd, aufgegeben, oder man bringt besondere Feuerungsräume an, aus denen die Flamme in den Ofen schlägt. Sehr zweckmäßig sind die schwedischen Röstöfen, welche auch in Norwegen fast allgemein eingeführt sind. Dieselben haben etwa folgende Construction. Der Schachtraum des Ofens hat an seinem untersten Theile die Form eines Cylinders oder die eines Parallelepipedums mit quadratischer Basis, an seinem oberen die eines abgestumpften Kegels, welcher mit der Abstumpfungsläche nach oben gekehrt ist. Die Höhe des unteren Theiles verhält sich zu der des oberen wie 1 : 2; die absolute Höhe beider zusammen ist gegen 20 Fufs. Unten hat der abgestumpfte Kegel einen Durchmesser von 9 Fufs, oben von $4\frac{1}{2}$ Fufs. Der ganze Schachtraum ist von einem wenigstens $2\frac{2}{3}$ Fufs dicken Gemäuer umgeben. An zwei einander gegenüberliegenden Seiten desselben sind Ausziehöffnungen von 2 Fufs Höhe und erforderlicher Breite angebracht, nach welchen hin die Ofensohle sich mit einer Dorsirung von $2\frac{1}{2}$ —3 Zoll pro Fufs abdacht. Damit sowohl die Sohle als auch die Seitenwände der Ziehöffnungen nicht beim Ausziehen des gerösteten Erzes beschädigt werden, sind beide mit starken eisernen Platten belegt. Senkrecht durch die Axe, welche durch beide Ausziehöffnungen gelegt werden kann, läuft eine Feuerungsgasse quer durch den Ofen, welche oben mit mehreren, dicht aneinanderstossenden, massiven Gusseisenstücken (den sogenannten *Griseryg*, *Schweinerücken*) bedeckt ist, die ein Dach bilden, welches gegen die Ausziehöffnungen hin einschließt. Die Feuergasse liegt, unter dieser Bedachung, zwischen zwei senkrechten Mauern von etwa 10 Zoll Dicke, 4 Fufs Höhe und 10 Zoll Abstand von einander; ihre Höhe, zwischen Rost und Dach, beträgt $1\frac{1}{2}$ Fufs, ihre Breite beim Roste (also die Breite des Rostes selbst) 1 Fufs, und ihre oberste Breite dicht unter der Bedachung $1\frac{1}{2}$ Fufs. Der Aschenfall ist $1\frac{1}{2}$ Fufs hoch. Die Flamme aus dem Feuerkanale schlägt nach zwei entgegengesetzten Richtungen, durch 10 in jeder der beiden Mauern, unmittelbar unter dem gusseisernen Dache, angebrachten Oeffnungen in den Ofen. Letztere sind etwa $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch und 6 Zoll breit, und werden durch cubische Gusseisenstücke, welche zugleich jenes Dach tragen, von einander getrennt. Die Schachtmauern sind an ihrem oberen Ende, wie dies überhaupt bei allen gut eingerichteten Röstöfen der Fall seyn muss, mit einer wenigstens zollstarken, ringförmigen Gusseisenplatte belegt, um der Beschädigung der Mauern beim Auffüllen des Erzes vorzubeugen. — Nicht unerhebliche Vortheile bei der Roheisengewinnung gewährt es, wenn man die Röstöfen oder sonstigen Röstvorrichtungen in gleichem Niveau mit der Gicht der Hohöfen (dem oberen Ende ihres Schachtes) anlegen kann, wodurch man im Stande ist, die eben gerösteten Erze ohne Mühe und kostbare Vorrichtungen sogleich auf den Ofen geben zu können. Hierdurch verhindert man zugleich, dass die Erze nach dem Rösten wieder Feuchtigkeit aufnehmen. Wie schädlich auch in ökonomischer Hinsicht ein hoher Feuchtigkeits-

gehalt der Erze, verbunden mit einer schlechten oder gar keiner Röstung, wirken kann, geht aus Sefström's Untersuchungen ¹⁾ hervor, nach welchen man beim Verschmelzen ungerösteter und 16 Procent Feuchtigkeit haltender Eisensteine wenigstens 5 Procent Kohlen mehr verbraucht, als bei Anwendung trockener und gerösteter Erze. — Unter den drei beschriebenen Röstungsmethoden gebührt der Röstung in Oefen, wenn nicht ganz besondere locale Verhältnisse dagegen sprechen, unleugbar der Vorzug. Dieselbe verlangt weniger Kosten, geringere Arbeitskraft, und liefert doch zugleich ein weit gleichmäßigeres und vollkommeneres Röstproduct. Nach af Uhr ²⁾ verhält sich das Brennmaterialquantum, welches beim Rösten der Eisensteine in freien Haufen aufgeht, zu dem bei Ofenröstung erforderlichen, wie 17 : 11, und der entsprechende Kostenaufwand, wie 24 : 14. Natürlicher Weise können solche Verhältnisse durch locale Umstände mehr oder weniger modificirt werden. — Welcher Röstungsmethode man sich auch bediene, so sind, außer einer so viel wie möglich vollständigen Abröstung, besonders folgende zwei Punkte nicht außer Acht zu lassen: 1) Vermeidung einer zu hohen Temperatur, wodurch Zusammensinterungen, oder gar theilweise Schmelzungen entstehen können, wie schon oben berührt, und 2) dass man nicht verschiedenartige Erzgattungen zu gleicher Zeit in denselben Haufen, Stadeln oder Oefen röstet, sobald solche nämlich in sehr verschiedenem Grade zur Sinterung oder Schmelzung geneigt sind, oder auch sehr verschiedene Mengen schädlicher Bestandtheile enthalten. Im ersteren der (unter 2) angeführten Fälle würde die eine Erzsorte einer zu hohen Röst-Temperatur ausgesetzt werden müssen, wenn die andere in erforderlicher Art abgeröstet werden sollte; im zweiten dieser Fälle würden dagegen die Dämpfe der aus den unreinen Eisensteinen verflüchtigten schädlichen Bestandtheile, eine theilweise Verunreinigung des reineren Erzes bewirken.

Die Zerkleinerung der gerösteten Erze kann entweder durch die Hand des Arbeiters, vermittelt des Hammers (Fäustels), oder durch Maschinenkraft bewerkstelligt werden. Das erste Verfahren ist theurer als das zweite, aber man kann demselben einige Vortheile nicht ableugnen, da man, sobald die Erze viele und unregelmäßig vertheilte Gebirgsart bei sich führen, zugleich mit dieser Art der Zerkleinerung eine zweckdienliche Scheidung der guten Erzstücke von den vielleicht kaum schmelzwürdigen oder ganz tauben Massen verbinden kann. Auch erhält man beim Zerschlagen, wenn der Arbeiter in dieser Operation einigermaßen geübt ist, weniger allzu kleine Erzstücke oder gar Staub, als es bei Anwendung von Maschinenkraft der Fall zu seyn pflegt. Solche Maschinen bestehen entweder in Poch- oder Walzwerken. Erstere sind die unvollkommensten, da sie, wenn nicht die größte Vorsicht angewendet wird, die bedeutendste Menge todtepochtes, d. h. staubförmiges Erz liefern. Walzwerke, wenn sie sonst gut construirt und mit beweglichen Walzen versehen sind, verdienen daher den Vorzug vor den Pochwerken, und wenn es besonders auf ökonomischen Vortheil ankommt, in vielen Fällen auch vor der Handzerkleinerung. Bewegliche, auf ihrer Zapfenunterlage durch eine gewisse Kraft verschiebbare Walzen sind deswegen vortheilhaft, weil sie bei zu großen Erzstücken nicht zu sehr angestrengt wer-

¹⁾ Erdmann's Journal f. techn. u. öcon. Chemie, 1ste Reihe, Bd. 4, S. 314.

²⁾ Erdmann's Journal f. techn. u. öcon. Chemie, 1ste Reihe, Bd. 8, S. 306.

den, sondern ausweichen können. Hat man sehr mürbe geröstete Erze, so ist eine solche Einrichtung weniger wesentlich. Die zerkleinerten Erzstücke müssen, wenn sie von vielem Erzstaub begleitet sind, auf ein schräg stehendes Gitterwerk geworfen werden, dessen Eisenstäbe eine solche Entfernung von einander haben, dass die größeren Stücke darüber hinwegrollen, während die zu kleinen und der Erzstaub hindurchfallen. Es ist, wie schon berührt, durchaus nicht vortheilhaft, namentlich aber nicht bei leicht reducirbaren und leicht schmelzbaren Erzen, diese feine Masse in den Hohofen zu bringen.

Fig. 59.

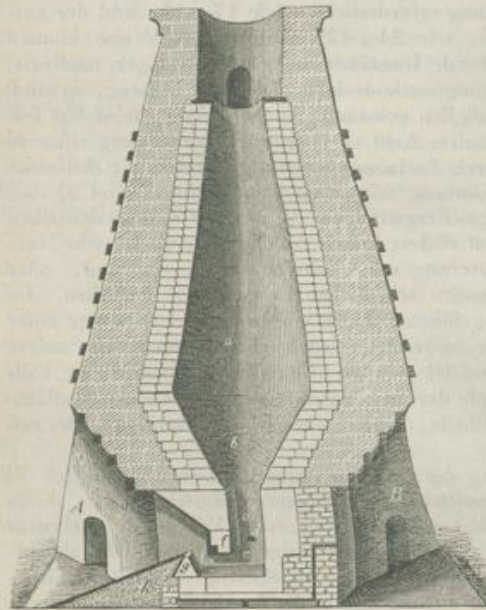
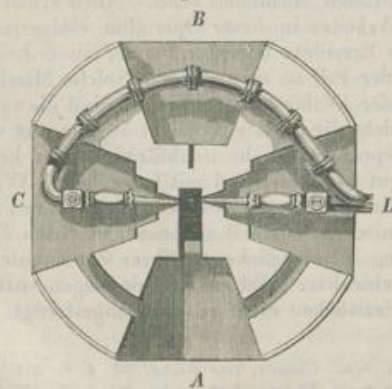


Fig. 60.



Man thut am besten, sie mit Wasser und 8—10 Procent Kalk oder Lehm, je nach der Beschaffenheit der Erze hinsichtlich ihrer verschlackbaren Bestandtheile, einzusümpfen, und dann Stücke daraus zu formen, welche getrocknet oder schwach gebrannt werden. Diese sind alsdann zur Verschmelzung geeigneter.

Die reducirende Schmelzung der gerösteten, gattirten und mit den erforderlichen Zuschlägen gemengten Eisenerze wird in Oefen von schon früher skizzirter Construction vorgenommen, welche wegen ihrer, im Verhältniss zu anderen Schmelzöfen, sehr beträchtlichen Höhe, mit den Namen Hohe Oefen, Hochöfen od. Hohöfen bezeichnet werden.

Folgende bildliche Darstellung gewährt eine nähere Einsicht in die verschiedenen Theile, aus denen ein Hohofen zusammengesetzt ist.

Der Schachtraum *a b* (so weit derselbe von der im Bilde angedeuteten doppelten Steineinfassung umgeben wird) zerfällt in 3 Haupttheile, nämlich in den eigentlich so genannten Schacht *a*, in die Rast *b* und in den Kohlensack, d. h. den

jenigen Raum, welcher zwischen Schacht und Rast, also gerade da liegt, wo der Schachtraum seinen grössten Durchmesser besitzt. Im gegenwärtigen Falle reducirt sich also der Kohlensack zu einer mathematischen Ebene; gemeinlich rechnet man aber noch den bis zu etwa 1 Fufs über und 1 Fufs unter dieser Ebene liegenden Raum dazu. Bei vielen Hohöfen sind die Grenzen des Kohlensackes gegen Schacht und Rast schärfer hervorgehoben, indem sich zwischen beiden kegelförmigen Räumen ein cylindrischer von etwa 2 Fufs Höhe befindet. Die obere Ausmündung des Schachtes, welche meist noch, wie auf der Zeichnung angedeutet, mit einem Schutzgemäuer umgeben, und stets mit einer ringförmigen eisernen Platte belegt ist, heisst die Gicht. Unterhalb der Rast liegt das parallelepipedische Gestell *c*, in welchem die Formen *d*, d. h. die mit Eisen oder Kupfer ausgefütterten Oeffnungen angebracht sind, durch welche die Gebläseluft in den Ofen strömt. In den Formen liegen nämlich die Düsen, conische Metallröhren, welche mit dem Gebläse in Verbindung stehen. Ein Hohofen kann mit nur einer Form, aber auch mit 2 bis 3 derselben versehen seyn. Im zweiten dieser Fälle sind die Formen so angebracht, wie der horizontale Durchschnitt *A C B D* zeigt. Von *D* her strömt der aus dem Gebläse kommende Wind durch eine eiserne Röhrenleitung, welche sich, wenn sie das äufsere Ofengemäuer erreicht hat, in zwei Arme theilt, von denen ein Arm direct in die eine Düse, und der zweite Arm auf einem Umwege in die zweite Düse mündet. Man pflegt den Theil des Gestells, welcher über dem Form-Niveau liegt, von dem unter letzterem befindlichen zu unterscheiden; ersterer wird Obergestell, letzterer Untergestell genannt. Dem Untergestelle schliesst sich der zum Sammlungsraum für das geschmolzene Roheisen bestimmte Heerd *i e* an. Ueber demselben ist ein grofser, quer darüber laufender Stein, der Tümpelstein oder Tümpel angebracht, der an seiner vorderen Unterkante dem Tümpelisen (auf der Zeichnung durch ein kleines schwarzes Quadrat angedeutet) Platz lässt, an welches sich eine senkrecht stehende Eisenplatte, das Tümpelblech, lehnt, durch welche zwei Vorrichtungen der Tümpelstein gegen Beschädigungen von vorn her beschützt ist. Der Wallstein *g* schliesst den Heerd an seiner vorderen Seite, jedoch nicht völlig, indem ein Spalt zwischen ihm und der einen Seitenmauer (Backe) des Heerdes offen bleibt, der mit Gestübe (Lehm und Kohlenpulver) ausgerammelt, und in welcher Masse der Stich oder das Stichloch, d. h. die Zapföfnung zum Ausfliessen für das geschmolzene Roheisen angebracht wird. Derjenige Theil des Heerdes, welcher zwischen dem Wallstein und einer vom Tümpelisen gefällten Senkrechten liegt, wird gewöhnlich unter dem Namen Vorheerd verstanden. *h* ist ein wallförmiger mit einer Eisenplatte belegter Ansatz, der aber nur etwa das eine Drittel des zwischen dem Gemäuer freigelassenen Raumes einnimmt. Man nennt diese Vorrichtung die Schlackentrift, weil die über das Niveau des Heerdes anwachsenden Schlacken über dieselbe hinwegfliessen oder mittelst Werkzeugen auf diesem Wege abgezogen werden. *A* nennt man die Arbeitsseite, weil hier alle Arbeiten des Schlackenziehens, Abzapfens u. s. w. verrichtet werden; *B* ist die Hinter- oder Rückseite und *C, D* sind die Windseiten des Ofens, sobald derselbe nämlich mit 2 Formen versehen ist. Besitzt er dagegen nur eine, so heisst die Seite, auf welcher sich dieselbe befindet die Formseite, und die ihr gegenüberliegende die Windseite. Durch den unteren Theil des kreuzförmigen Gemäuers,

welches die Schachtmauern stützt, laufen gewölbte Gänge, theils zur Bequemlichkeit bei der Passage, theils um die Windleitungsrohren durchzuführen, theils um dem Gemäuer bessere Gelegenheit zum Austrocknen zu geben. — Alle Theile des Ofengemäuers, welche einer starken Hitze ausgesetzt sind, müssen natürlicher Weise von hinreichend feuerfestem Materiale dargestellt seyn. Im Allgemeinen ist dies der Fall bei denjenigen Mauertheilen, welche im Verticaldurchschnitte der obigen Zeichnung nicht schraffirt sind; besonders gilt dies aber von den das Gestell, den Heerd und die Rast zunächst umgebenden Mauern. Der eigentliche Schacht, namentlich zunächst der Gicht, kann von weniger feuerfesten Steinen eingefasst seyn. Gestell und Heerd werden gewöhnlich aus großen, behauenen Sandsteinstücken construirt. Der hierzu angewendete Sandstein darf kein leicht schmelzbares, sondern muss ein, so viel wie möglich, kieseliges Bindemittel haben (s. Sandstein). Die Rast umgibt man mit kleineren feuerfesten Steinen. Von einem Hohofen, dessen Gestell auf die angegebene Weise aufgemauert ist, sagt man, er habe eine Stein-Zustellung. Es giebt aber auch Ofen mit Massen-Zustellung, nämlich solche, deren Gestell, und zuweilen auch theilweise Rast und Heerd, mittelst einer feuerfesten, aus grobem Quarzsand und Thon gebildeten Masse hergestellt ist. Letztere Art der Zustellung hat in manchen Gegenden, wo schwer verglasbare Sandsteine schwierig, oder doch nicht ohne bedeutende Kosten zu haben sind, große Vortheile. Das Zustellen eines Ofens mit Masse ist aber eine Arbeit, zu welcher viel Erfahrung und geübte Arbeiter gehören. Nächst der Feuerfestigkeit des inneren Ofengemäuers kommt es bei der Erbauung eines Hohofens auch darauf an, solche Vorrichtungen zu treffen, mittelst welcher die schnelle und doch keinen Schaden nach sich ziehende Austrocknung der zum Theil sehr dicken Mauern erfolgen kann. Hierzu dienen die Füllung und die Abzuchte. Zwischen dem feuerfesten Gemäuer, welches den Schacht umgibt, und dem äußeren (in der Zeichnung schraffirten), weniger feuerfesten, dem sogenannten Mantel (im Gegensatz zu den inneren Futter-Mauern), ist nämlich meist ein schmaler mit Sand, Asche, Schlackenstücken oder dergleichen schlechten Wärmeleitern erfüllter Raum, die Füllung, welche einerseits zu große Wärmeentziehung durch die Mauern verhindert, andererseits aber auch der verdunstenden Feuchtigkeit einen bequemen Ausweg verschafft. Die Abzuchte sind leere Kanäle, theils im Mantel, theils auch in anderen Theilen des Ofens angebracht. Unter der eisernen Platte, auf welcher gemeiniglich der Bodenstein des Heerdes ruht, befinden sich z. B. ein Paar sogenannte Kreuz-Abzuchte, d. h. zwei sich unter rechten Winkeln schneidende Kanäle. Diese stehen wieder mit einer in der Rückwand des Gestelles angebrachten senkrechten Abzucht in Verbindung, welche durch einen kurzen, horizontalen Kanal in's Freie mündet. Sowohl im Vertical- als Horizontaldurchschnitt findet man dies auf der Zeichnung angedeutet. Zur Vermehrung der Festigkeit des ganzen Ofengemäuers dienen große, aus gutem Stabeisen angefertigte und mittelst Keile (Schlösser) zusammenziehbare Ringe, von denen sich ebenfalls eine Andeutung im Verticaldurchschnitte befindet.

Von großer Wichtigkeit bei der Construction eines Hohofens sind die Maafsverhältnisse, in welchen die verschiedenen inneren Theile desselben zu einander stehen. Es ist leicht begreiflich, dass z. B. ver-

schiedene relative Weiten und Höhen des Gestells, der Rast, des Kohlensackes, Schachtes, Heerdes und der Gicht von Einwirkung auf den Gang des Schmelzens und auf die Beschaffenheit des ausgebrachten Roheisens seyn müssen. In einem hohen, mit weitem Kohlensacke versehenen Schachte haben die Erze einen längeren Weg von der Gicht bis zum Schmelzraume zurückzulegen, werden folglich allmäliger und besser vorbereitet, als in einem niedrigen Schachte mit engem Kohlensacke. Der Winkel, welchen die Rast mit den Wänden des Gestells macht, ist auch keineswegs gleichgültig. Man sieht leicht ein, dass, je steiler die Rast, oder mit anderen Worten, je weniger plötzlich der Uebergang aus der Gestellweite in die Rastweite ist, sowohl Hitze als Verbrennung dicht über dem Gestelle desto größer und lebhafter seyn müssen. Bei einer flachen Rast findet der aus dem Gestelle kommende Feuerstrom sogleich einen größeren Raum, wenn er das Gestell verlässt und in die Rast eintritt; Hitze und Verbrennung, und folglich auch Schmelzung werden daher hier weniger lebhaft. Es ist ferner einleuchtend, dass die Beschaffenheit der Erze und Brennmaterialien von großem Einflusse bei einer solchen Ofenconstruction ist, ja dass letztere fast gänzlich hierauf begründet seyn muss. Leicht reducibare Erze und leichte (poröse) Kohlen werden niedrigere Schachte und flachere Rasten erfordern, als schwer reducibare Erze und schwere Kohlen oder Koaks. Auch die Menge der zur Disposition stehenden Gebläseluft darf hierbei nicht unberücksichtigt bleiben, obgleich dieselbe mehr auf die absolute Größe des Ofens, als auf das relative Verhältniss seiner Theile von Einfluss ist. Erfahrung und Theorie haben sowohl für das absolute als relative Maafs dieser Theile verschiedene Formeln und Regeln ausfindig gemacht, deren Zuverlässigkeit zwar nicht in allen Fällen gleich groß ist, welche aber doch ein mehr oder weniger gutes Anhalten liefern. Die einzelnen Ofentheile, auf deren genaue Construction es besonders ankommt, sollen in dieser Hinsicht in dem Folgenden durchgegangen werden.

Die kurze Anführung der Formel oder Regel möge hierbei genügen, da die jedesmalige Deduction zu weit führen dürfte.

1) Durchmesser des Kohlensackes. — Bezeichnet man die gewöhnliche absolute Production an Roheisen, welche man mit einem zu errichtenden Hohofen zu schmelzen gedenkt mit P , das der Beschaffenheit der Erze entsprechende Brennmaterial-Quantum (in Pfunden) für 100 Pfd. Roheisen mit K , das in jeder Stunde auf 1 □F. des Kohlensack-Durchschnittes verbrauchte Brennmaterial-Quantum mit k , und endlich den Durchmesser des Kohlensackes selbst mit D , so ist $D =$

$$0,136 \sqrt{\frac{P \cdot K}{k}} \text{ Rheinländische Zoll. Von dieser Formel kann man}$$

jedoch nur Gebrauch machen, wenn man über die Windmenge hinreichend disponiren kann; hat man dagegen nur ein beschränktes Quantum der Gebläseluft, so ist eine andere Formel erforderlich. Nennt man in diesem Falle die ganze pro Minute disponible Luftmenge in □F. $= L$ und die für 1 □F. Kohlensack-Durchschnitt erforderliche Wind-

$$\text{Quantität} = l, \text{ so ist } D = 13,6 \sqrt{\frac{L}{l}} \text{ Rheinländische Zoll. Zum}$$

besseren Verständniss dieser, wie der folgenden Formeln, wird man durch Mehreres des später Angeführten gelangen.

2) Form des Kohlensackes. — Bei Koaks-Hohöfen und bei Hohöfen, welche mit festen Kohlen und schwer reducirbaren Erzen betrieben werden, wendet man gern einen cylindrischen Kohlensack von 2 bis höchstens 4 Fufs Höhe an; bei Oefen, welche leichte Kohlen und leicht reducirbare Erze verschmelzen, ist der Kohlensack meist, wie schon früher erwähnt und in der Zeichnung angedeutet, nur eine mathematische Ebene.

Höhe des Kohlensackes über dem Bodenstein. — Unter Bodenstein versteht man hier die Oberfläche des Steines oder der Masse, welche den Boden des Heerdes bildet. Diese Höhe pflegt $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{7}$ bis $\frac{1}{3}$ von der ganzen Ofenhöhe (Höhe zwischen Gicht und Bodenstein) zu seyn, je nachdem man leichte Beschickung (leichte Kohlen, leicht reducirbare und leicht schmelzbare Erze) oder schwere Beschickung (das Gegentheil des Angeführten) zu verschmelzen hat.

4) Höhe des Ofens zwischen Gicht und Bodenstein-Oberfläche. — Es giebt Hohöfen, welche nicht viel mehr als 20 Rheinh. Fufs innere Höhe haben, dagegen auch andere, die bis gegen 44 und 45 F. hoch sind. Bei Kohlen-Hohöfen liegt die vortheilhafteste Höhe zwischen $3\frac{1}{2}$ - bis 5mal dem Durchmesser ihres Kohlensackes, bei Koaks-Hohöfen zwischen 3- bis 4mal. Das Minimum der Höhe ist bei leichter und das Maximum bei schwerer Beschickung anzuwenden.

5) Durchmesser der Gicht. — Bei leichter Beschickung kann derselbe gröfser seyn, als bei schwerer; die Grenzen liegen zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$ vom Kohlensack-Durchmesser.

6) Rastwinkel gegen eine horizontale Ebene gemessen. — Schwere Beschickung erfordert einen Rastwinkel von etwa 60° , zuweilen gar bis zu 66° , mittlere Beschickung, z. B. leichte Koaks und mittelmäßig schwer reducirbare Erze, von etwa 55° , und leichte Beschickung von 35 bis 40° . Unter 35° darf kein Rastwinkel seyn, weil sonst leicht Unordnungen im Schmelz gange entstehen.

7) Dimensionen des Gestelles. — Höhe des Gestelles: $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$ der Ofenhöhe; ersteres für schwere, letzteres für leichte Beschickung. Die Breite des Gestelles ist von der Heerdbreite abhängig, indem erstere am unteren Gestellende gleich der Heerdbreite ist. Oben ist das Gestell stets breiter als unten, und zwar um $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{9}$ seiner Höhe, ersteres bei leichter, letzteres bei schwerer Beschickung. Der horizontale Durchschnitt des Gestelles ist quadratisch.

8) Dimension des Heerdes. — Die Capacität des Heerdes ist natürlicher Weise abhängig von der Quantität Roheisen, welche sich in der zwischen zwei Abzapfungen (Abstichen, Ausschlägen) liegenden Zeit ansammeln soll; es wird also blofs darauf ankommen, das Verhältniss zwischen Höhe, Breite und Länge anzugeben. Setzt man die in Cub.-F. ausgedrückte tägliche, zwischen zwei Abzapfungen lie-

gende Production = p , und die Heerdhöhe = h , so ist $h = \sqrt[3]{\frac{p}{18} \text{ F.}}$,

ferner die Breite $b = 1,2 \times h$, und die Länge $l = 3,33 \times h$.

9) Lage der Formen. — Die Formen liegen auf dem Rande des Heerdes. Wendet man nur eine Form an, so muss diese auf demjenigen Seitensteine (Backensteine) des Heerdes liegen, welcher dicht an

den Wallstein stößt, und also das Stichloch nicht zwischen sich und dem Wallsteine hat.

Ferner legt man dieselbe nicht genau in die Mitte zwischen dem Tümpelstein und der Rückseite des Heerdes, sondern letzterer etwas näher, damit ersterer mehr vor der Zerstörung durch Schmelzung geschützt ist. Bei 2 Formen ist deren Lage ebenfalls nicht genau in der Mitte zwischen den genannten Orten, sondern die eine Form wird etwa 4—6 Zoll rechts, und die andere eben so weit links von dieser Mittellinie gelegt. Wollte man beide Formen so anbringen, dass ihre Axen zusammenfielen, so würden natürlicher Weise die aus denselben kommenden Windströme sich gerade begegnen und von einander zurück nach verschiedenen Seiten gegen das Mauerwerk prallen, was keinen guten Schmelzgang hervorbringen könnte. Sollen 3 Formen angewendet werden, so legt man 2 derselben auf die eben beschriebene Weise, und die dritte in die Mitte des hintern Heerdrandes. Die Axen sämtlicher Formen liegen horizontal; nur bei gewissen, später zu erwähnenden Fällen giebt man denselben eine kleine dem Heerde zufallende Neigung. 10) Lage des Tümpelsteins. Bei kleinen Heerden und sehr leichtflüssigen Schlacken kann die untere Seite des Tümpelsteins 2 bis $2\frac{1}{3}$ Zoll unter dem Form-Niveau liegen. Bei vielen Oefen, besonders bei den größeren Holzkohlen-Hohöfen, liegt derselbe in diesem Niveau selbst, bei den meisten Koaks-Hohöfen dagegen $1\frac{1}{2}$ —2, ja zuweilen 4 Zoll darüber. Ein Gleiches pflegt der Fall bei Holzkohlen-Hohöfen zu seyn, in denen sehr strengflüssige Erze verschmolzen werden, und in deren Heerde und Gestell daher viele Arbeiten mit der Brechstange nothwendig sind, welche ein niedrig liegender Tümpelstein sehr erschweren würde. Der Abstand des Tümpels vom Wallsteine ist weniger wichtig; für die genannten 3 Fälle pflegt er 1 F., $1\frac{1}{3}$ F. und 2 F. zu seyn. Auf die Dicke des Tümpelsteins (in der Richtung zwischen Vorheerd und dem innern Heerd) kommt es dagegen mehr an; bei kleinen Holzkohlen-Hohöfen kann sie 1— $1\frac{1}{3}$ F., bei größeren $1\frac{3}{4}$ —2 F., und bei Koaks-Hohöfen darf sie nicht unter 2 F. seyn, steigt aber zuweilen bis zu $2\frac{1}{4}$ F. und wohl noch darüber. 11) Lage des Wallsteins. Der Wallstein hat eine schanzenförmige Gestalt, mit zwei Fußwinkeln von etwa 60° . Seine obere Fläche muss ungefähr $1\frac{1}{2}$ —2 Z. unter dem Form-Niveau liegen, bei sehr zäher Schlacke aber wenigstens gegen 3 Z., um zu verhindern, dass die Schlacke in die Formen steigt. Die obere Fläche des Wallsteins hat gewöhnlich eine kleine Neigung nach vorn zu.

Von der Gattirung der Erze und Wahl der Zuschläge ist schon bei der Theorie der Roheisenerzeugung das Nothwendigste angeführt worden; hier daher nur noch Folgendes. Bei der Gattirung muss man nicht bloß die Schlackenbildung, die möglichst geringe Wirkung der schädlichen Bestandtheile und die Sonderung der Erze mit einem sehr verschiedenen Grade der Reducirbarkeit vor Augen haben, sondern auch der mittlere Eisengehalt des gattirten Haufwerks darf nicht außer Acht gelassen werden. Dass es sich nicht lohnen kann, Eisenerze unter einem gewissen Gehalte zu verschmelzen, ist von selbst klar; die Erfahrung hat aber gezeigt, dass es auch nicht ökonomisch vortheilhaft ist, ein gewisses Maximum dieses Gehaltes zu überschreiten, weil in diesem Falle eine zu geringe Schlackenmenge entsteht und ein verhältnismäßig großer Eisenverlust die Folge davon ist. Ein Gehalt von 45 bis 50 Procent (die Zuschläge mit in Rechnung gebracht) dürfte dieses Maximum seyn. Das

Minimum ist sehr von lokalen Verhältnissen abhängig. Es giebt Eisenwerke, auf denen man Erze (inclusive Zuschläge, wenn dieselben bei einem so niedrigen Gehalt überhaupt erforderlich sind) mit noch nicht 20 Procent Eisen vortheilhaft verschmelzt, während es sich in anderen Gegenden kaum lohnt, Erze unter 30 Procent zu Gute zu machen. — Hinsichtlich der Zuschläge ist noch zu bemerken, dass man bei einer Erzgattirung, welche frei von schädlichen Bestandtheilen ist, und deren begleitende Gebirgsarten eine leichtflüssige Schlacke geben, dennoch der Zuschläge nicht entbehren kann, sobald die gattirten Erze einen zu hohen Eisengehalt haben. Alsdann dienen die Zuschläge dazu, die zum Schutze des Eisens nothwendige Schlackenmenge zu erzeugen, und man wählt in solchem Falle weder Kalk noch Quarz als Zuschlag, sondern ein schon für sich leicht schmelzbares Silicat, wie z. B. derben Granat, Basalt, Grünstein u. s. w. Für das Volum oder Gewicht der Schlacke im Verhältnisse zu dem Volume oder Gewichte des ausgebrachten Roheisens gewisse Regeln aufzustellen, dürfte überflüssig seyn. Hat das Gemenge aus den gattirten, gerösteten Erzen und den Zuschlägen einen richtigen mittleren Eisengehalt, so muss auch die nothwendige Schlackenmenge erzeugt werden.

Was die Art des Brennmaterials betrifft, welche zur Zugutemachung der Eisenerze in Hohöfen am zweckmäßigsten ist, so bedarf es, ausser dem bereits in dieser Hinsicht Angeführten, noch der Erwähnung, dass zu schwer reducirbaren und strengflüssigen Erzen am besten Koaks, zu leicht reducirbaren und leicht schmelzbaren Erzen dagegen Holzkohlen anzuwenden sind. Weit besser gelingt es übrigens Erze der erstgenannten Art mit Holzkohlen, als die der letztgenannten mit Koaks zu verschmelzen, besonders wenn die Koaks zu den dichten und schwer verbrennlichen gehören. Da Koaks im Allgemeinen einen stärker gepressten Wind zu ihrer Verbrennung erfordern als Holzkohlen, so erzeugen dieselben eine sehr hohe Temperatur, welche bei leichter Beschickung einen zu schnellen Schmelzgang (lebhaften Gichtenwechsel) und daher ein zu gewissen Zwecken weniger brauchbares Roheisen zur Folge haben kann. Durch eine zweckmäßige Ofenconstruction kann einem solchen Uebelstande einigermassen vorgebeugt werden. — Die Menge des zur Reduction und Schmelzung nothwendigen Brennmaterials richtet sich begreiflicher Weise 1) nach der Art des Brennmaterials selbst, 2) nach dem Eisengehalt der Erze und 3) nach deren Leichtflüssigkeit (in Beziehung auf die Schlacke) und Reducirbarkeit. Von guten Nadelholzkohlen kann man etwa für jedes Pfund ausgebrachten Roheisens, bei leichtflüssigen und leicht reducirbaren Erzen, einen Aufgang von $\frac{2}{3}$ bis $1\frac{1}{3}$ Pfd. rechnen, bei Erzen von mittlerer Beschaffenheit von $1 - 1\frac{3}{4}$ Pfd., und bei strengen Erzen von $1\frac{1}{2} - 2\frac{1}{2}$ Pfd. Die Minima dieser Verbrauchsmengen gelten für Erze von niederem, etwa 30procentigem, und die Maxima für solche von hohem, bis zu 50 Procent gehendem Eisengehalte. Für den Verbrauch von Koaks lassen sich noch weniger bestimmte Angaben machen, da die Beschaffenheit dieses Brennmaterials eine zu verschiedene seyn kann. — Ausser dieser, in Bezug auf das ausgebrachte Roheisenquantum, relativen Menge des Brennmaterials, ist es für gewisse Fälle wichtig, auch den absoluten Verbrauch desselben innerhalb einer gewissen Zeit taxiren zu können, ohne dass hierzu Versuche nöthig sind. Vorausgesetzt, dass ein Hohofen das richtige Wind-Maximum (hiervon sogleich ein Näheres) erhält, kann man annehmen, dass in der

Minute für jeden □ Fufs Kohlensack-Durchschnittsfläche etwa 0,28—0,35 Pr. Pfd Holzkohlen verbraucht werden, je nachdem man eine leichte oder schwere Beschickung verschmelzt; bei Anwendung von Koaks, unter dieser Voraussetzung, dagegen ungefähr 0,27 Pr. Pfd. Brennmaterial. Diese Data dienen zur Berechnung des Kohlensack-Durchmessers eines Hohofens, auf oben angegebene Art ¹⁾.

Die Menge der innerhalb eines gewissen Zeitraumes erforderlichen Gebläseluft ist, nach le Blanc und Walter's Grundsätzen, nächst vom Brennmaterial, allein von der Querschnittsfläche des Kohlensackes abhängig. Bei einem mit Holzkohlen betriebenen Hohofen beträgt das Wind-Maximum, für jeden Quadratfufs Rheinl. des Kohlensack-Querschnitts, pro Minute 30 bis 37 Cubikfufs Rheinl.; bei Koaks-Hohöfen scheint dieses Maximum dagegen etwas geringer zu seyn, nämlich etwa 26 bis 30 Cubikfufs. Bleibt man, hinsichtlich der Windmenge, zu weit unter diesem Maximum zurück, so wird die relative Production des Hohofens (die Quantität des durch ein gewisses Brennmaterial-Quantum ausgebrachten Roheisens) geringer, und die absolute (innerhalb eines gewissen Zeitraumes bewirkte) Production lässt auch nach; geht man dagegen über dasselbe hinaus, so wird die relative Production ebenfalls geringer, und die absolute wird nicht vermehrt. — Karsten stellt folgende Regeln hinsichtlich des Wind-Quantums auf. Es bedürfen:

		Wind pro Minute,
1) Koaks-Hohöfen,	40—50 F. hoch, nie unter	2000 Cub.-Fufs
2) Holzkohlen-Hohöfen,	45 F. hoch, ungefähr	2000 " "
3) " "	35—40 F. hoch, "	1000—1200 " "
4) " "	30 F. hoch, "	800 " "
5) " "	25 F. hoch, "	600 " "
6) " "	unter 25 F. hoch, "	350—450 " "

Hierbei ist zugleich anzunehmen, dass die Höhe der Oefen 1ster Art $3\frac{1}{2}$ —4, die der Oefen 2ter Art 4, die derselben 3ter Art $4\frac{1}{2}$, 4ter Art $4\frac{1}{4}$, und 5ter nebst 6ter Art etwa 4mal so groß ist als der Durchmesser des Kohlensackes. Berechnet man hiernach das pro Minute auf 1 □ F. Kohlensack-Querschnitt erforderliche Windquantum, so erhält man in allen diesen Fällen etwa 20 Cub.-F., eine Luftmenge, welche also bedeutend hinter le Blanc und Walter's Vorschrift zurückbleibt. So viel ist jedoch ausgemacht, dass man Hohöfen, namentlich in Deutschland, finden kann, deren Betrieb, sogar bei weniger als 20 Cub.-F. Wind pro Minute, sehr zufriedenstellende Resultate liefert. Ein hierbei bisher wenig beachteter Umstand dürfte darüber vielleicht Aufklärung geben. Es scheint nämlich, dass die Menge des Windes, bis zu einer gewissen Grenze, durch eine vermehrte Pressung desselben ersetzt werden könnte. Man wird stets finden, dass Hohöfen, welche bei einem verhältnissmäßig geringen Windquantum gute Resultate zu Wege bringen, eine stark comprimirte Gebläseluft anwenden. Schon bei der Theorie des Roheisenprocesses ist es auseinandergesetzt worden, dass gleich große aber ungleich gepresste Windquanta zwar gleiche Wärmemengen

¹⁾ Diese Berechnung, sowie die meisten der Zahlenverhältnisse, welche man bei der Hohofenconstruction, dem Brennmaterial-Verbrauch etc. angegeben findet, sind aus le Blanc und Walter's bekannter Eisenhüttenkunde (Hartmann's Uebersetzung) entlehnt, oder doch auf darin ausgesprochene Principien basirt.

aber nicht gleiche Wärmegrade erzeugen; bei der stärker gepressten Gebläseluft verbrennen nämlich mehr Kohlenpartikel innerhalb eines gegebenen Raumes, als bei der schwächer comprimierten, folglich wird erstere in kürzerer Zeit consumirt, und ihre Verbrennung wird in einer gewissen Höhe des Schachtes schon beendigt seyn, woselbst die schwach gepresste Luft noch nicht vollständig verbrannt seyn würde. Wollte man die Abnahme der Temperatur vom heißesten bis zum kältesten Punkte im Schachte eines Hohofens (also etwa von der Formgegend bis zur Gicht) graphisch durch eine Curve darstellen, indem man die Höhe des Ofens in der Abscissen- und das am heißesten Punkte vorhandene Temperatur-Maximum in der Ordinaten-Axe repräsentirte, so würde man finden, dass diese Curve, bei Anwendung schwachen Windes, einen kleineren Parameter in der Ordinaten-Axe als bei Anwendung starken Windes, in beiden Fällen aber natürlicher Weise, da ja die Höhe des Ofens unverändert bleibt, einen gleichgroßen Parameter in der Abscissen-Axe haben würde. In ersterem Falle würde die Curve also, so zu sagen, einen niedrigen, allmählig ansteigenden, in letzterem dagegen einen höheren zuerst weniger, dann aber schroffer ansteigenden Berg darstellen. Denkt man sich nun in der richtigen Höhe über der Abscissen-Axe, parallel mit dieser oder, was dasselbe sagen will, parallel mit der horizontalen Basis des Berges, eine Linie gezogen, welche den Schmelzpunkt des Roheisens, also etwa $1500-2600^{\circ}$ C. bezeichnet, so werden die über diesem Niveau hervorragenden Curven- oder Berggipfel ein Bild von der in beiden Fällen für die Schmelzung des Eisens eigentlich nutzbaren Wärmemengen geben, durch deren Vergleichung man sich leicht überzeugt, dass sich der Vortheil sehr evident auf der Seite der stark gepressten Gebläseluft befindet. Zu diesem Resultate gelangt man auf die klarste Weise, wenn man bedenkt, dass, weil gleichgroße Luftmengen gleichgroße Wärmemengen erzeugen, die Flächeninhalte beider Curven gleiche Größe haben müssen, und dass folglich derjenige Flächenraum, welcher der einen Curve unter jener Niveau-Linie abgeht, derselben oberhalb dieser Linie wieder zugelegt seyn muss. Es kommt, wie sich von selbst versteht, weit weniger darauf an, dass die Zone, in welcher eine hohe, z. B. zwischen 1000° und 1500° C. liegende Temperatur erzeugt wird, eine große Ausdehnung habe, als vielmehr diejenige Zone, in welcher eine Temperatur von 1500° bis 1600° C. überschritten wird; denn nur bei einem solchen Hitzgrade schmilzt das Roheisen, und es würde begreiflicher Weise keinen Nutzen gewähren, wenn innerhalb des ganzen Schachtraumes, vom Bodenstein bis zur Gicht, eine beinahe den Schmelzpunkt des Roheisens erreichende, aber nirgends darüber hinaus gehende Temperatur herrschte. Bei gleichen Windmengen bringt also offenbar die stärker comprimire Gebläseluft eine größere absolute Production zu Wege, aber es ist nicht zu leugnen, dass man durch eine vermehrte Menge schwächer gepressten Windes dasselbe Resultat erreichen kann. Mit Beziehung auf die gegebenen Erläuterungen lässt sich nämlich der Satz aufstellen: »Gebläseluft von starker Pressung erzeugt einen kleineren, aber stärker erhitzten, Gebläseluft von schwacher Pressung einen größeren, aber weniger erhitzten Schmelzraum; in dem ersteren geschieht die Schmelzung schneller, in dem letzteren langsamer.« Es scheint also hiernach gleichgültig, welches dieser beiden Mittel man sich bedienen will, um eine gewisse absolute Production zu erzielen. Das ist es aber keinesweges, denn in ökonomischer

Hinsicht findet hierin ein großer Unterschied statt. Bedient man sich einer größeren Menge schwach gepressten Windes, so werden innerhalb eines gegebenen Zeitraumes ohne Zweifel mehr Kohlen verbrannt werden, als wenn man eine kleinere Menge stark gepresster Luft anwendet, da es sich von selbst versteht, dass der absolute Brennmaterialverbrauch in einem Hohofen fast ausschließlich von dem, während eines gewissen Zeitabschnittes, durch den Schachtraum aufsteigenden Luftquantum bedingt werden muss. — Der nothwendige Druck des Windes ist zunächst von der mehr oder minder dichten Beschaffenheit des Brennmaterials abhängig. Walter und le Blanc stellen in dieser Hinsicht folgende Regeln auf:

Brennmaterial.	Druck des Windes auf 1 □ Zoll rheinl.	Entsprechende Höhe einer Quecksilbersäule.
1) Für Kohlen von sehr weichem Holz, wie Pappeln etc.	$\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{3}$ Pfd.	$\frac{2}{3}$ —1 Zoll
2) Für Kohlen von Fichten- und Tannenholz	$\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Pfd.	1 — $1\frac{1}{2}$ Z.
3) Für Kohlen von hartem Holz	$\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{4}$ Pd	$1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Z.
4) Für leichte Koaks	$1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Pd	3 — 5 Z.
5) Für dichte Koaks	$2\frac{1}{2}$ — $3\frac{3}{4}$ Pd	5 — $7\frac{1}{2}$ Z.

Diese Windpressungen sind die richtigen, sobald man sich des von Walter und le Blanc angegebenen Wind-Maximums, von 30 bis 37 Cub.-F. Luft (auf atmosphärischen Druck reducirt) pro Minute, auf jeden Quadratfuß des Kohlensack-Querschnittes, bedient. Aus so eben angegebenen Gründen erhellt es aber, dass es ökonomisch vortheilhafter ist, sich in allen diesen Fällen, wenn lokale Gründe nicht dagegen sprechen, lieber einer stärker comprimirtten Gebläseluft zu bedienen und dafür die Menge des Windes zu vermindern.

Um die gehörige Trockenheit der Ofenwände eines neugebauten oder reparirten Schmelzofens herbeizuführen, darf man nicht zu schnell wirkende Mittel anwenden, weil man sonst ein Reissen der neuen oder reparirten Mauertheile befürchten muss. Ein fertig gebauter neuer Hohofen bedarf einer Zeit von 2—3 Wochen, um den gehörigen Grad der Lufttrockenheit zu erlangen, und erst alsdann ist es rathsam, mit der eigentlichen Austrocknung, mittelst Hülfe von Brennmaterial, zu beginnen. Die Austrocknung der äußeren Mauern kann durch kleine Oefen geschehen, welche man so aufmauert, dass einige der im Gemäuer angebrachten Luftkanäle, Abzüchte, hierbei als Schornsteine dienen; die Austrocknung der inneren Ofenwände dagegen geschieht am besten zuerst durch ein vor, später durch ein unter dem Tümpel angebrachtes Feuer, wobei man alle diesem zunächst liegenden Theile der inneren Mauern durch lose aufgesetzte Ziegelsteine vor zu schneller Erwärmung bewahrt. Zu gleicher Zeit werden die Formöffnungen vermauert, damit der heisse Luftstrom nicht hier seinen Ausweg sucht, sondern gezwungen ist, zur Gicht aufzusteigen, welche man zuvor so mit eisernen Platten bedeckt hat, dass nur geringe Oeffnung zum Entweichen der Dämpfe und des Rauches bleiben. Auch dies geschieht der Vorsicht halber, um anfangs zu schnellen Luftzug und zu hastige Austrocknung zu verhüten. Nach

beendigter Austrocknung eines Hohofens folgt nun erst das Abwärmen. Bei der ersteren hat noch kein Theil desselben auch nur eine schwache Glühhitze erhalten; es ist daher nothwendig, dass man die Temperatur allmählig bis zu dem Grade steigere, bei welcher die reducirende Schmelzung der Erze ihren Anfang nehmen kann. Zu dem Ende nimmt man die eisernen Platten von der Gicht, bringt Holzstücke, trockne Zweige und dergleichen leicht entzündbares Brennmaterial in den Heerd, und füllt das Gestell, durch Aufschütten von der Gicht aus, voll Kohlen. Bricht die Flamme durch diese Kohlenschicht, so schüttet man so viel Kohlen nach, dass dieselben etwa das untere Drittel der Rast bedecken. Jetzt wird der Raum zwischen Tümpel und Bodenstein bis auf eine kleine Zugöffnung, zugemauert. Der Wallstein ist, während aller dieser Arbeiten, noch nicht an seinen Platz gelegt worden. Zeigt sich die Flamme abermals über der zuletzt aufgeschütteten Kohlengicht, so werden 1 Elle hoch Kohlen nachgegeben, und so fort, bis der Schachtraum bis in den Kohlensack mit Brennmaterial gefüllt ist. Ist der Ofen ganz neu, so schüttet man, sobald sich die Flamme wieder blicken lässt, den noch übrig gebliebenen Raum erst bis zur Hälfte, und dann ganz voll; ist derselbe dagegen nur einer Reparation unterworfen gewesen, so kann man den Schacht sogleich füllen. Die verbrannten Kohlen werden von Zeit zu Zeit durch neue ersetzt, welche man in die Gicht schüttet, sobald das Niveau der Kohlen hierselbst ein paar oder einige Fufs gesunken ist. Einen Tag um den andern wird die Heerdvermauerung, welche nur aus Steinen und nassem Sande aufgeführt wurde, weggenommen, man befestigt eine starke Eisenstange in horizontaler Richtung dicht unter dem Tümpelstein, und schiebt andere Eisenstangen zwischen der ersteren und dem Tümpel, so in den Ofen, dass sie eine Art von Rost bilden. Man ist nun im Stande, die im Heerde befindliche Aschenmasse wegzuräumen, ohne dass die noch unverbrannten Kohlen aus dem Schachte nachrollen. Ist die Reinigung geschehen, und dadurch wieder ein besserer Luftzug hergestellt, so wird die Mauer wieder vor den Heerd gesetzt. Das auf diese Art ausgeführte Abwärmen eines neuen Hohofens dauert 4—5 Wochen, das eines mit neuem Kernschachte (Futterschachte) versehenen nur etwa 1—2 Wochen. Anstatt dieser Abwärmethode kann man sich auch einer anderen, besonders in Frankreich gebräuchlichen bedienen, welche darin besteht, dass man einen förmlichen Flammofen unter dem Gewölbe der Arbeitsseite aufführt, dessen Fuchs in den Heerd mündet. Die Gicht wird hierbei theilweise bedeckt gehalten. Hat man das mit Hülfe des Flammofens zu erreichende Maximum der Abwärmung hervorgebracht, so wird der Ofen erst zur Hälfte und dann ganz mit Kohlen gefüllt. Diese Methode, obgleich sie nicht minder kostbar ist, als die erstbeschriebene, hat den Vorzug, dass man die Temperatur im Innern des Schachtraumes besser dirigiren kann, und deshalb sollen bei derselben nicht so oft Beschädigungen des Schachtgemäuers durch Sprünge vorkommen. — Nächst der Trockenheit und vollkommenen Abwärmung des Hohofens ist die Trockenheit der angewendeten Gebläseluft eine Sache von Wichtigkeit. Gegen die Wirkung der mitunter sehr feuchten atmosphärischen Luft lässt sich natürlich kein Mittel anwenden, obwohl dieser Einfluss zuweilen sehr gut merkbar ist. Alles was sich in dieser Hinsicht thun lässt, besteht darin, einen sogenannten Wasser-Regulator zu vermeiden (s. Gebläse). Die Trockenheit des Brennmaterials und überhaupt der ganzen Beschickung lässt sich, bei einigermaßen guten

Vorkehrungen sehr gut erreichen, die Trockenheit des Brennmaterials jedoch am wenigsten leicht, namentlich die der Holzkohlen. Wenn man dieselben auch in gegen die Witterung beschützten Räumen aufbewahrt, so kann man doch nicht vermeiden, dass die porösen Kohlen binnen kurzer Zeit eine gewisse Menge Feuchtigkeit in sich condensiren. Der gewöhnliche Wassergehalt gut, aber während längerer Zeit aufbewahrter Holzkohlen beträgt in der Regel gegen 16 Procent.

Wie sehr die Temperatur der Gebläseluft auf die absolute Production eines Hohofens von Einfluss ist, kann aus folgender Formel ersehen werden, deren Entwicklung man in dem Artikel Gebläseluft, erwärmte, angegeben findet ¹⁾. Bezeichnet man die innerhalb einer gewissen Zeit, bei Anwendung eines Windes von 0°, ausgebrachte Menge des Roheisens mit e, und das bei Anwendung einer 9° C. warmen Gebläseluft, unter sonst gleichen Umständen gewonnene Roheisenquantum mit E, so ist:

$$E = \frac{9}{2060} + \left(\frac{1021 + 9}{1021} \right)^3 \cdot e.$$

Für den Fall eines bis zu 300° C. erwärmten Windes ergibt sich hiernach $E = 2,2 \cdot e$. Man producirt also vermittelt einer 300° C. warmen Gebläseluft, in gleichen Zeiträumen, mehr als doppelt so viel Roheisen, als bei Anwendung eines Windes von 0°. Da nun die Erhitzung der Gebläseluft nicht kostbar ist, indem sie entweder durch schlechtes Brennmaterial oder sogar durch die Gichtflamme (s. Gichtgase) bewirkt werden kann, so ist es klar, dass man eine so außerordentliche Quelle des ökonomischen Vortheils nicht unbenutzt lassen darf. Ein in dem angegebenen Grade beschleunigter Schmelzgang würde aber, außer großem Vortheile, auch große Nachteile haben, indem es klar ist, dass Erze, welche nur halb so lange als andere den vorbereitenden Wirkungen im Schachte des Hohofens ausgesetzt worden sind, ein weniger reines und weniger gekohltes Roheisen liefern müssen. Man bedient sich daher der vortheilhaften Wirkung der erwärmten Gebläseluft stets auf die Weise, dass man das Brennmaterialquantum so lange vermindert, bis die schnelle Schmelzung, also die absolute Production, wieder in erforderlichem Grade gehoben ist. Bei Hohöfen, welche nach diesem Principe mit erwärmter Luft betrieben werden, wird man daher hauptsächlich eine große Ersparung am Brennmaterial machen, und weniger nach einer sehr vermehrten absoluten Production streben. Es ist jedoch nicht zu leugnen, dass jedes bei heißem Winde erblasene Roheisen dennoch mehr oder weniger schlechter seyn muss, als solches, unter übrigen gleichen Umständen, durch Anwendung kalter Gebläseluft geschmolzen wurde. Vermindert man nämlich auch wirklich das Brennmaterialquantum so weit, bis die absolute Production wieder ganz dieselbe ist, wie sie bei kaltem Winde war, so wird nun allerdings kein beschleunigter Schmelzgang mehr stattfinden, aber aus der weit geringeren Menge des Brennmaterials kann natürlicher Weise auch nur eine weit geringere Menge reducirender und kohlender Gasarten entwickelt werden. Käme es nur darauf an, Eisen zu schmelzen, so könnte dieser Umstand gleich-

¹⁾ Ferner in Poggendorff's Ann. Jahrg. 1843. Heft 12 (Th. Scheerer, über das Temperatur-Maximum in einem Hohofen und die Wirkung der erwärmten Gebläseluft). —

gültig seyn; es kommt aber, wenigstens doch in vielen Fällen, leider darauf an, ein bis zu einem gewissen Grade gekohltes und von verunreinigenden Bestandtheilen freies Roheisen zu erzeugen. Ganz besonders wird dies erfordert, wenn das Roheisen später zu Stabeisen oder gar Stahl gebraucht werden soll, weswegen die Anwendung der erwärmten Gebläseluft in diesem Falle vorzugsweise mit Vorsicht zu betreiben ist. Bei den meisten Gusswaaren ist es dagegen weit weniger wichtig, ob das Roheisen eine etwas bessere oder schlechtere Qualität besitzt. —

Nach dieser Aufstellung von Verhaltensregeln, welche in Bezug auf die Construction eines Hohofens, auf die Erzgattirung, Wahl und Menge der Zuschläge und des Brennmaterials, Anwendung der Gebläseluft und hinsichtlich der Vermeidung von Feuchtigkeit bei der Schmelzung zu beobachten sind, bleibt es nur noch übrig, eine Beschreibung von dem praktischen Schmelz gange, dem Hohofenbetriebe selbst zu geben.

Das Abwärmen eines neugebauten oder reparirten Hohofens ist bereits beschrieben worden. Die letzte Operation bei diesem Processe bestand darin, dass der Schachtraum bis zur Gicht mit Kohlen gefüllt wurde, während der Heerd immer noch bis auf eine Zugöffnung vermauert, der Wallstein noch nicht eingesetzt und das Gebläse noch nicht im Gange war. Sobald nun das Niveau des Brennmaterials einige wenige Fuß unter die Gichtoberfläche gesunken ist, beginnt man mit dem Aufgeben der Erzgichten, und zwar zuerst mit den sogenannten stillen Gichten. Unter Erzgicht versteht man eine Lage Erz, wie sie in die Gicht des Hohofens geschüttet wird, um beim allmähigen Sinken der Beschickungssäule nach und nach den reducirenden Schmelzprocess zu durchlaufen. Je zwei Erzgichten werden durch eine Schicht Kohlen (Kohlengicht) von einander getrennt. Eine Kohlen- oder Koaksgicht und eine Erzgicht werden stets zu gleicher Zeit aufgegeben, das Brennmaterial in der Regel zu unterst und das Erz oben darauf, um unnützen Verbrauch des ersteren zu verhüten. Nur bei schweren Koaks und leicht verflüchtenden Erzen macht man es umgekehrt. Stille Gichten nennt man diejenigen, welche ohne Beihülfe des Gebläses, also nur durch die langsamere vom Zug bewirkte Verzehrung des Brennmaterials niedergehen. Sie enthalten natürlicher Weise nur ein sehr geringes Erzquantum, mit welchem man etwas steigt, sobald die erste stille Gicht den Heerd erreicht. Alsdann wird nämlich der Heerd, während der Anbringung jenes sogenannten Rostes, wieder gereinigt, eine 3 — 4 Z. starke Schicht Kohlenstaub auf den Heerdboden geworfen, Wallstein und Tümpelblech werden eingesetzt und das Gebläse wird angelassen, allein nur etwa mit der halben Pressung. Sobald man die Eisenstangen, welche den Rost bildeten, wieder weggezogen hat und die Beschickungssäule nachgerollt ist, zieht man einen Theil des Brennmaterials in den Vorheerd, wirft einige Schaufeln Kohlenstaub darüber, und bedeckt nun die schon hierdurch geschlossene Oeffnung zwischen Tümpelstein und Wallstein noch mit feuchtem Thon, welcher bald erhärtet und ein besseres Zusammenhalten der Wärme im Heerdraume bewirkt. Auf letzteres kommt sehr viel an, weil sonst das erste flüssige Roheisen, welches in den Heerd gelangt, leicht auf der Sohle desselben erstarrt und zum Anwachsen von festen Eisenmassen Veranlassung giebt, welche oft kaum mit großer Mühe und ohne den Heerd zu beschädigen weggeschafft werden können. Jene Schicht Kohlenstaub, welche auf dem Heerdboden ausgebreitet wurde,

verhindert dann wenigstens das zu feste Ansetzen dieser erstarrten Massen (Sauen). Alle 2—3 Stunden muss der erhärtete Thonewurf weggeschafft, und vermittelst langer eiserner Stangen im Heerde gearbeitet werden, um Verstopfungen zu verhüten und die meist noch zähe Schlacke aus dem Vorheerde zu schaffen. Bei diesen Arbeiten darf das Gebläse nicht abgestellt werden. Hat sich der Heerd endlich mit flüssiger Schlacke gefüllt, so wird diese durch den Stich abgelassen. Es dauert gewöhnlich 12 bis 16 Stunden nach dem Anlassen des Gebläses, bis sich eine zum Ausschlagen (Abzapfen) hinreichende Quantität Roheisen angesammelt hat. Das zuerst gewonnene Eisen hat natürlich noch nicht die richtige Beschaffenheit, sondern ist in der Regel ein weißes, kohlenstoffarmes Roheisen. Allmählig steigt man nun mit dem Verhältnisse des Erzes zum Brennmaterial und mit der Pressung des Windes, bis der gewünschte normale Gang des Schmelzens erreicht ist. Dieses Steigern „des Satzes“ oder „der Sätze“ erfordert viel Vorsicht und Erfahrung. Zu rasches Steigern kann den Ofen in eine schlimme Unordnung bringen, und zu langsames kostet unnützen Brennmaterial-Aufwand. Wer nicht hinreichende Erfahrung besitzt, thut am klügsten, dem letzten dieser beiden Uebel den Vorzug zu geben. Walter und le Blanc führen in ihrem bereits citirten Werke folgendes, auf Erfahrung begründetes Schema über die allmähliche Steigerung der Sätze an. Die ganze Zeit der Steigerung ist hier in 6 Perioden getheilt.

1ste Periode:	1	Gwthl. Kohlen od. Koaks,	$\frac{1}{6}$	Gwthl. Erz,	$\frac{1}{9}$	Gwthl. Zuschlag		
2te Periode:	1	„ „ „ „	$\frac{1}{5}$	„ „	$\frac{3}{25}$	„ „		
3te Periode:	1	„ „ „ „	$\frac{1}{4}$	„ „	$\frac{1}{8}$	„ „		
4te Periode:	1	„ „ „ „	$\frac{1}{3}$	„ „	$\frac{1}{9}$	„ „		
5te Periode:	1	„ „ „ „	$\frac{1}{2}$	„ „	$\frac{1}{6}$	„ „		
6te Periode:	1	„ „ „ „	$\frac{2}{3}$	„ „	$\frac{2}{9}$	„ „		

In den ersten 3 Perioden supplirt man $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ des Zuschlages durch Hohofenschlacke von früheren Schmelzungen. Von der 3ten Periode an wird dieser Schlackenzusatz vermindert, und endlich ganz weglassen. Es kann zuweilen, von dem Beginne der stillen Gichten an gerechnet, 3—4 Wochen dauern, bis man das Ende der 6ten Periode erreicht hat, und nun zu einem Satze schreiten kann, wie er dem normalen Gange des Ofens zukommt. Das angegebene Schema kann be- greiflicher Weise mancherlei Abänderungen erleiden, je nachdem locale Umstände hierbei wirksam sind. Dasselbe ist auch wohl kaum aufgestellt worden, um eine genaue Vorschrift, sondern nur um einen Maßstab für die beim Anblasen eines Hohofens nothwendige Vorsicht zu ertheilen. — So veränderlich die Erzgichten bei dieser Steigerung der Sätze ausfallen, so unveränderlich sind die Kohlengichten. Man wählt nämlich, gleich vom Beginne der stillen Gichten an, diejenige Quantität Brennmaterial (Kohlen oder Koaks) zu einer Gicht, welche auch später, beim erreichten normalen Gange des Hohofens, beibehalten werden soll. Die Größe einer solchen constanten Kohlen- oder Koaksgicht ist 1) von der Höhe der Oefen, also auch von ihrer Weite im Kohlensack, 2) von der Beschaffenheit der Erze und 3) von der der Brennmaterialien abhängig. Ein Hohofen, welcher einen großen Kohlensack-Durchmesser besitzt, muss verhältnismäßig große Kohlen- oder Koaksgichten erhalten, damit dieselben, wenn sie in den weiten Kohlensack gelangen,

nicht zu dünn werden, und die darüberliegende Erzgicht theilweise durchrollen lassen.

Strenge Erze erfordern stärkere Brennmaterial-Gichten als leichte, und von dichten Koaks wendet man, wie es sich von selbst versteht, Gichten von geringerem Volumen an, als von porösen Holzkohlen. Ein ungefähres Anhalten in dieser Hinsicht giebt folgende Zusammenstellung:

Bei Holzkohlen-Hohöfen.	Größe einer Gicht des Brennmaterials.
von etwa 25 Fufs Höhe . . .	10 — 16 Cubikfufs.
„ „ 30 „ „ . . .	20 — 40 „
„ „ 40 „ „ . . .	50 — 70 „
Bei Koaks-Hohöfen.	
von etwa 40 Fufs Höhe . . .	circa 20 Cubikfufs.
„ „ 45 „ „ . . .	„ 25 „
„ „ 50 „ „ . . .	„ 35 „

Sobald das Schmelzen seinen normalen Gang erreicht hat, die Erzgichten also die verlangte Größe besitzen, ordnen sich auch die Geschäfte der beim Hohofen angestellten Arbeiter, und zu gewissen Zeiten kehren dieselben Operationen wieder. Die Arbeiter, welche oben auf der Gicht beschäftigt sind, haben für das Aufgeben zu sorgen, d. h. sie müssen so oft eine Brennmaterial-Gicht und eine Erz-Gicht nachfüllen, als durch das Sinken der Beschickung hinreichender Platz für beide entsteht. Die Schmelzer, welche ihren Platz beim Heerde haben, müssen für das Abziehen der Schlacke, für den guten Gang des Gebläses, das Reinhalten der Formen und das Ausschlagen des geschmolzenen Roheisens sorgen. Ein solcher Ausschlag erfolgt gewöhnlich in Zeiten von 8 zu 8, oder von 12 zu 12 Stunden. Bei leicht reducirbaren und zugleich reichen Erzen füllt sich der Heerd natürlich früher mit Eisen als bei schwer reducirbaren und armen Erzen. Ist das erzeugte Roheisen nicht zu Gusswaren, sondern zur Stabeisen-Fabrication bestimmt, so gießt man dasselbe zu sogenannten Gängen, nämlich halbcylindrischen Stücken von einigen Fufs Länge, etwa 6 Z. Breite und 3 Z. Höhe. Eine gewisse Menge solcher Formen werden in den Formsand des Hüttenbodens dicht neben einander abgedrückt, auf die Art, dass ihre langen Seiten mit einander parallel laufen. Rechtwinklig auf letztere und in geringer Entfernung von den zur Aufnahme der Gänge bestimmten Vertiefungen wird eine bis zum Stiche (Zapfloche) gehende Rinne gezogen und durch kurze Seitenkanäle mit jeder der Vertiefungen in Verbindung gesetzt. Beim Oeffnen des Stiches, was vermittelt eines durch Hammerschläge eingetriebenen Spießes geschieht, fließt das Roheisen in die Rinne und vertheilt sich aus dieser in die verschiedenen Vertiefungen für die Gänge. Vermittelst kleiner, in die Rinne gesteckten eisernen Schaufeln bewirkt man, dass das Eisen eine Ganzgrube nach der andern füllt. Wird der Hohofen nicht auf graues, sondern auf weißes Eisen betrieben, so wendet man häufig gusseiserne Formen für die Gänge an,

die dann eine parallelepipedische, meist plattenförmige Gestalt haben. Während des Ausschlagens wird das Gebläse abgestellt. Sobald alles flüssige Roheisen den Heerd verlassen hat, dringt die Schlacke durch das Stichloch, und sogleich wirft ein Arbeiter einige Schaufeln Sand in die Rinne, um der Schlacke dadurch einen Seitenweg anzuweisen. Während die Schlacke abfließt, pflegt man das Gebläse wieder einige Minuten in Gang zu setzen, theils um durch den Druck des Windes das Ausfließen der Schlacke zu befördern, theils um die Temperatur nicht so weit sinken zu lassen, dass dadurch eine theilweise Erstarrung der Schlacke bewirkt werden könnte. Ist der Heerd endlich leer, so beginnt die Reinigung desselben von allen angesetzten, erhärteten Massen, das Stichloch wird wieder mit Hilfe eines Thonpfropfes verschlossen, das Brennmaterial im Heerde wird möglichst nach vorn gezogen, mit Kohlenklein bedeckt und endlich noch Thon oder Stübbe darüber geworfen, so dass die Oeffnung zwischen Wallstein und Tümpel völlig geschlossen wird. Zuletzt wird das Gebläse angelassen, und das Schmelzen nimmt wieder seinen Anfang.

Während der Hohofen seinen normalen gaaren Gang hat, wiederholen sich die beschriebenen Operationen zu gewissen Zeiten, so lange eine Schmelz-Campagne dauert, d. h. so lange keine Umstände eintreten, welche das Einstellen des Schmelzens, das Ausblasen, nothwendig machen. Einen guten gaaren Gang erkennt man hauptsächlich an folgenden Merkmalen: 1) Die Formen müssen frei von erstarrter Schlacke, der sogenannten Nase, seyn, und so hell und glänzend erscheinen, dass man beim Hineinblicken eine kurze Zeit nichts im Ofen zu unterscheiden vermag. 2) Die Schlacke muss leichtflüssig seyn, etwa die Consistenz geschmolzenen Glases besitzen, sie darf nicht frisch, d. h. dünnflüssig und schnell erstarrend, sondern sie muss saiger, d. h. etwas zähflüssig und langsam erstarrend seyn. Ihre Farbe darf auf keinen bedeutenden Eisengehalt hindeuten, also nicht eine zu dunkle Nüance haben. Ob übrigens die Schlacke lichtbläulich, grünlich, graulich oder gelblich aussieht, darauf kommt wenig an, indem dies von der Beschaffenheit der Erze und Zuschläge abhängig ist. 3) Die Tümpelflamme, d. h. die zwischen dem gefüllten Heerde und dem Tümpel hervorspielende Flamme, ist bei einem gaaren Gange weder groß, noch heftig hervordringend, noch rauchend. Sobald aber Versetzungen im Schachte, der Rast oder im Gestelle entstehen, welche den aufsteigenden Gasarten nicht hinreichenden freien Abzug gestatten, bricht ein mehr oder weniger bedeutender Theil des Windes unter dem Tümpel durch, und erzeugt eine heftige, vergrößerte Flamme. 4) Die Gichtflamme wird desto lebhafter seyn, je weniger es die Tümpelflamme ist. Sie kann einen weißen Dampf entwickeln, darf aber nicht rauchen, wie es bei einer unvollkommenen Verbrennung der Fall ist. Dicht über den Kohlen hat sie eine bläuliche Farbe, welche sich nach oben in eine gelbe verläuft. 5) Der Gichtenwechsel oder, mit anderen Worten, das Aufgeben, muss vollkommen regelmäßig geschehen; in gleichen Zeiten muss, sobald keine Veränderungen vorgenommen worden sind, die Beschickung um gleiche Höhen unter die Gicht sinken, und zwar stets mit horizontaler Oberfläche, was darauf hindeutet, dass in keinem Theile des Schachtraumes Höhlungen oder Versetzungen eingetreten sind. 6) Die Beschaffenheit des erzeugten Roheisens giebt endlich selbst eins der untrüglichen Merkmale zur Erkennung eines fehlerfreien Gaarganges. In demselben Mo-

mente, als das flüssige Eisen durch den geöffneten Stich ausfließt, kann man schon beurtheilen, ob man ein kohlenstoffreiches graues oder ein kohlenstoffarmes weißes Eisen erzeugt hat. In letzterem Falle sprüht der flüssige Eisenstrahl mehr oder weniger lebhaft Funken und zeigt auf seiner Oberfläche nicht die eigenthümlichen blumenförmigen Zeichnungen, welche, in steter Beweglichkeit, durch einander wogen, und von kleinen ausgeschiedenen Graphittheilen herrühren. Die Eigenschaften, welche das erstarrte gute Roheisen (Gaareisen) haben muss, sind schon früher beschrieben worden (s. Eisen, Eigenschaften). — Der Gaargang kann zuweilen in einen übergaaren Gang ausarten. Bei einer sehr starken Hitze und einem, im Verhältniss zum Kohlen- oder Koaks-Quantum, zu kleinem Erzsatz, löst das Eisen zu viel Kohlenstoff auf, dessen Ueberschuss sich beim Erkalten des ausgeschlagenen Roheisens als Graphit ausscheidet, welcher theils in Blasenräumen des Eisens, ja sogar der Schlacke, theils auf der Eisenoberfläche krystallisirt, und den sogenannten Eisenschaum bildet. Etwas Eisenschaum erzeugt sich bei jedem fehlerfreien Gaargange, ein Uebermaß desselben ist aber zu vermeiden, weil es weder gut ist, das Roheisen zu sehr mit Kohlenstoff zu überladen, noch vortheilhaft, ein unnöthig großes relatives Brennmaterial-Quantum anzuwenden.

Findet das Entgegengesetzte von einem oder mehreren der eben angeführten Kennzeichen des gaaren Ganges statt, so hat man Grund, einen weniger guten oder sogar schlechten Gang, Rohgang, zu vermuthen. Es giebt im Allgemeinen 3 Arten des rohen Ganges, nämlich den kalten, hitzigen und trockenen Gang. Der kalte oder der rohe Gang im engeren Sinne kann die Folge eines zu schwachen Windes, eines zu hohen Erzsatzes im Verhältniss zum Brennmaterial und von zu porösen und leicht zusammendrückbaren Brennmaterialien seyn, oder auch von im Schachtraume vorhandener Feuchtigkeit herrühren. Nicht selten wirkt mehr als eine dieser Ursachen; je mehr derselben aber wirksam sind, desto schwieriger wird sich der kalte Gang in einen gaaren umändern lassen. Sollten sogar hierbei noch, entweder durch fehlerhafte Construction oder durch Ausschmelzung veranlasste, zu weite Gestell- und Rast-Dimensionen hinzukommen, so ist einem solchen Uebelstande oft sehr schwer abzuhelfen. Die Kennzeichen des rohen Ganges sind dunkle und unreine Formen (Nase), dunkelgefärbte Schlacken von sehr zäher und unreiner Beschaffenheit, fehlerhafte Gicht- und Tümpelflamme, unregelmäßiger oder doch verzögerter Gichtenwechsel und ein weißes kohlenstoffarmes Roheisen. Sobald sich solche Merkmale zeigen, müssen sogleich zweckmäßige Veränderungen mit der Beschickung vorgenommen werden, und vor allen Dingen muss man einen lebhafteren Gang des Gebläses anordnen. Bei Hohöfen, welche mit erwärmter Luft betrieben werden, tritt ein solcher Rohgang nur sehr selten ein; findet er aber statt, so hat man in einer plötzlich vermehrten Erhitzung des Windes das beste Mittel, um demselben, wenigstens für's Erste, abzuhelfen. Auf schnelle Hülfe kommt aber beim Eintreten des Rohganges sehr viel an, und man darf hierbei sogar keine kostbaren Mittel scheuen, weil ein völliges Versetzen und Einfrieren des Ofens, was die Folge eines zu lange anhaltenden Ganges seyn kann, noch ungleich kostbarer zu stehen kommen würde. — Der heißse Gang findet fast ausschließlich nur bei sehr leichtflüssiger Beschickung und zu starkem und vielem Winde statt.

Form, Gicht- und Tümpellamme zeigen sich hierbei fehlerfrei, aber das erzeugte Roheisen ist häufig von schlechter Beschaffenheit. Die Schlacke ist äußerst dünnflüssig und bläht sich, wenn sie mit Wasser begossen wird, zu einer porösen, dem Bimsstein ähnlichen Masse auf, welche einen sehr deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. Der größte Uebelstand beim Heißgange ist die Beschädigung der Gestellwände. — Der trockene Gang kommt besonders bei reichen und schwer reducirbaren Erzen nebst einer zu geringen und vielleicht sogar noch schwer schmelzbaren Schlackenmasse vor. Es entsteht dadurch viel Eisenverbrauch, indem die Schlacke das geschmolzene Roheisen nicht hinreichend gegen die Einwirkung der Gebläseluft schützt. Die Schlacken sind daher eisenreich; ein Theil des Roheisens verliert so viel von seinem Kohlenstoffgehalt, dass es sich in der Formgegend als stabeisenartige Masse (Frischeisen) festsetzt. Das erzeugte Roheisen ist stets weiß und kohlenstoffarm. Der trockene Gang kann ähnliche schädliche Folgen haben, wie der kalte Gang, nämlich ein Verstopfen und völliges Zusetzen des Ofens. Ersterer ist sogar noch gefährlicher als letzterer, indem man keine so schnell wirkenden Mittel zu seiner Beseitigung anwenden kann. So lange die Frischeisenmassen noch zu keiner bedeutenderen Größe angewachsen sind, als dass sie mittelst Brechstangen losgebrochen werden können, ist die Gefahr nicht sehr groß, namentlich wenn zugleich zweckmäßige Veränderungen mit der Beschickung vorgenommen werden. Diese Veränderungen bestehen darin, dass man leichtere Erzsätze führt und die Zuschläge vermehrt. Sind letztere nicht leicht schmelzbar genug, so kann man sich mit gutem Erfolge 10 bis 20 Procent (vom Erzsätze) eines Gemenges aus Sand, Frischschlacken oder aus dergleichen die Schlacke verdünnenden Substanzen bedienen. Bei einer vollständigen Verstopfung des Ofens durch große Frischeisenmassen bleibt nichts übrig, als denselben oberhalb des Tümpels aufzubrechen, und diese Massen durch die Oeffnung herauszuschaffen. Obgleich dies eine sehr mühselige Arbeit ist, so erspart sie dennoch viele Zeit und Kosten, wenn der Ofen dadurch im Betriebe erhalten werden kann. Der trockene Gang würde zuweilen nicht so gefährlich werden, wenn er bei seinem Eintreten sogleich erkannt würde. Vielleicht nicht so ganz selten verwechselt man ihn aber anfangs mit dem kalten Gange, oder sucht die Versetzung des Ofens doch wenigstens durch vermehrten und stärker gepressten Wind zu heben, was in diesem Falle begreiflicher Weise gerade den entgegengesetzten Erfolg haben muss. —

Nicht immer ist die Erzeugung eines gaaren grauen Roheisens der Zweck des Hohofenbetriebes, sondern in gewissen Fällen legt man es darauf an, weißes Roheisen zu erhalten, namentlich wenn dasselbe zur Stabeisen-Production mittelst des Puddel-Processes dienen soll. Zur Erzeugung des weißen Roheisens eignen sich jedoch nur die leicht reducirbaren, reinen Erze, welche auch ohne lange Vorbereitung im Schachtraume ein nicht zu sehr verunreinigtes Eisen geben. Um nämlich weißes Eisen zu produciren, muss eine hohe Temperatur vermieden und Alles darauf angelegt werden, dass die reducirten Erze nicht zu lange der Einwirkung der kohlenden Gasarten ausgesetzt sind. Sind die Erze manganhaltig, wie z. B. viele Spatheisensteine, so entsteht hierdurch eine vermehrte Tendenz des Eisens zum Weißwerden, und man erhält dann sogar häufig Spiegeleisen, oder doch ein demselben

nahe stehendes Product. Die Bedingungen zur Erzielung eines weissen Roheisens lassen sich im Allgemeinen in folgende Vorschriften zusammenfassen. 1) Die Erze müssen leicht reducirbar und, in Bezug auf die Schlacke, leicht schmelzbar, zugleich aber rein und reich seyn. 2) Die zur Erzeugung des weissen Roheisens bestimmten Hohöfen werden niedriger und inwendig weiter gebaut, als die bei Gewinnung des grauen Eisens gebräuchlichen. 3) Man wendet ein möglichst kleines Brennmaterial-Quantum an, und zwar am besten leichte Holzkohlen; Koaks, wenigstens schwer verbrennliche, sind nicht anwendbar. 4) Die Gebläseluft darf weder eine zu starke Pressung haben, noch darf ein so großes Windquantum wie beim grauen Roheisen angewendet werden. Erwärmte Gebläseluft ist nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen. — Ein leicht ausführbares, bis jetzt aber wohl kaum irgendwo angewendetes Mittel, um weisses Roheisen zu erzeugen, könnte darin bestehen, eine gewisse Menge Wasserdämpfe in den Hohöfen zu leiten. Vom Hüttenmeister Eck auf der Königshütte in Ober-Schlesien sind in dieser Hinsicht sehr interessante Versuche angestellt worden. Derselbe untersuchte die Einwirkung, welche Wasserdämpfe auf den Schmelzgang eines Hohofens haben, wenn sie in gewisser Menge in das Gestell desselben geleitet werden. Zu dem Ende wurde aus einem mit Wasser gefüllten Reservoir eine metallene Röhre bis in die Form, unmittelbar über die Düse, geleitet. Vermittelst eines an dieser Röhre angebrachten Hahnes konnte man das Ausfließen des Wassers beliebig vermehren oder vermindern. Das herabtropfende Wasser wurde natürlich, noch ehe es den Boden der Form erreichte, von dem heißen Winde augenblicklich in Dampf verwandelt und als solcher in den Ofen geführt. An dem Reservoir befand sich eine einfache Vorrichtung, um genau zu bestimmen, wie viel Wasser auf diese Weise in einer gewissen Zeit in den Ofen gekommen war. Herr Eck fand, dass bei einem pro Stunde verbrauchten Wasser-Quantum von $\frac{1}{2}$ Cub.-F. durchaus keine merkliche Abnahme der Temperatur im Hohofen stattfand, ja dass sich sogar eine etwas (ungefähr um $6\frac{1}{2}$ Procent) vermehrte absolute Production herausstellte. Sobald man aber jene Wassermenge vermehrte, trat in demselben Grade ein Sinken der Temperatur ein, und bei $1\frac{1}{2}$ Cub.-F. Wasserverbrauch pro Stunde wurde weisses Roheisen erhalten. Das bei jener geringeren Wassermenge erblasene Roheisen war dagegen völlig grau und besaß eine merkwürdige Eigenschaft. Alle daraus gegossenen Gefäße zeigten nämlich eine bedeutend stärkere Ausdehnung durch die Wärme oder, was dasselbe ist, eine bedeutend größere Zusammenziehung ihres Volumens bei ihrer Erkaltung, als dies bei Gefäßen von gewöhnlichem Gusseisen der Fall zu seyn pflegt. Dies ergab sich durch folgenden Umstand. Als einige hundert Kochgefäße dieser Art inwendig mit Emaille überzogen wurden, saß diese in der Glühhitze vollkommen fest, beim Erkalten sprang sie aber jedesmal wieder ab. Der Grund dieses Phänomens durfte aber nicht in der Emaille selbst gesucht werden, denn es war ganz dieselbe, welche man auf dem schlesischen Hüttenwerke Gleiwitz mit dem besten Erfolge zur Emailirung anwendet, und letztere Procedur wurde mit jenen Kochgefäßen von geübten Arbeitern auf Gleiwitz selbst vorgenommen. Es konnte also nur die ungewöhnlich starke Zusammenziehung des Gusseisens seyn, welche die Emaille zum Abspringen brachte. Die Wirkung, welche die Wasserdämpfe

auf die Beschaffenheit des Eisens ausgeübt hatten, ist jetzt nicht mehr schwer zu erklären, seitdem wir, durch Nordenskjöld's Entdeckung, wissen, dass Wasserdämpfe, wenn man sie auf erhitzte Eisenerze einwirken lässt, fast den sämtlichen Schwefelgehalt der Erze als Schwefelwasserstoff wegführen. Das im Hohofen auf Königshütte bei Anwendung von Wasserdämpfen erzeugte Roheisen musste also ein ungewöhnlich schwefelfreies seyn, und einem solchen kommt wahrscheinlich eine größere Ausdehnung durch die Wärme zu, als einem schwefelhaltigen. Die ungewöhnliche Reinheit dieses Roheisens wurde ferner noch dadurch auf das Genügendste bestätigt, dass das daraus gefrischte Stabeisen von ganz vorzüglicher Qualität ausfiel. Wollte man also die Erfahrung des Herrn Eck benutzen, und weißes Roheisen durch Einströmung von Wasserdämpfen in das Gestell eines Hohofens erzeugen, so könnte man zugleich überzeugt seyn, ein vorzugsweise reines und zur Stabeisen-Fabrication geschicktes Eisen zu erhalten. Uebrigens hätte man noch den nicht unwichtigen Vortheil, mit der größten Leichtigkeit in demselben Ofen und mit Beibehaltung derselben Beschickung, abwechselnd weißes und graues Roheisen produciren zu können, je nachdem es der Bedarf erforderte. Die Quantität des pro Stunde als Dampf angewendeten Wassers müsste hierbei natürlich nach den Dimensionen des Ofens modificirt werden. Der Hohofen auf Königshütte hat eine Capacität von etwa 1800 Cub.-F. Rheinl., und wird mit Koaks betrieben, welche aus ziemlich viel Schwefelkies führenden Steinkohlen dargestellt sind. —

2) Stabeisen.

Die Gewinnung des Stabeisens geschieht entweder unmittelbar aus den Erzen, durch die sogenannte Rennarbeit, oder aus dem Roheisen, durch den Frisch-Process. Die Rennarbeit hat den Vorzug vor dem Frischen, dass man dabei den Hohofenprocess ganz umgeht, welche Ersparung aber wieder durch Eisenverlust, Brennmaterialaufwand und durch die Unsicherheit im Ausfallen des Productes mehr als völlig aufgewogen wird. Nur an solchen Orten, wo die Stabeisengewinnung im Kleinen betrieben werden soll, wo man keinen vortheilhaften Absatz für Gusswaaren oder Roheisen hat, oder wo es an hinreichenden Capitalien für die Anlage eines Hohofens mangelt, darf man seine Zuflucht zur Rennarbeit nehmen, wobei noch vorausgesetzt werden muss, dass hinreichend reine Erze dazu vorhanden sind. Dies ist an einigen Orten in Steyermark, Krain, Schweden, Italien u. s. w. zum Theil der Fall, und deswegen wird hier die Rennarbeit auch noch ausgeübt. Ferner gewinnen die Eingeborenen Asiens, Afrika's und Amerika's ihr Eisen durch einen der Rennarbeit sehr verwandten Process. Ueberhaupt bildet diese Arbeit wohl den Uebergang aus der ursprünglichsten, rohesten Art der Eisenerzeugung in die geregelte Fabrications-Methode unserer Tage. Das Wesentliche der Rennarbeit besteht darin, dass man Erze und Kohlen in niedrigen Oefen (Stück-, Wolf- oder Blaseöfen) oder auch in Heerden aufschichtet, durch Anwendung eines Gebläses niederschmelzt, und die dadurch erhaltene theils stahl-, theils roheisenartige Masse (Wolf, Stück) in noch glühendem Zustande sogleich einem Frischprocesse unterwirft. Je nach einigen zum Theil unwesentlichen Modificationen erhält die Rennarbeit in Heerden die Namen des deutschen, französischen oder italiänischen

Luppen-Frischens. Mehr über diese, eigentlich nur historisch wichtige Procedur anzuführen, würde hier nicht am rechten Orte seyn.

Der Frisch-Process besteht in einem oxydirenden Einschmelzen des Roheisens, wodurch dessen Kohlengehalt bis zu einem gewissen Grade vermindert wird, und dessen schädliche Beimengungen größtentheils in die Schlacke gehen. Die Oxydation bewirkt man hierbei nicht bloß durch einen zweckmäßig geleiteten Luftstrom, sondern auch durch die Frischschlacke. Letztere ist ein Subsiliat des Eisenoxyduls ($6 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_2$), dessen Kieselerdegehalt theils von der Asche des Brennmaterials, theils von der Oxydation des im Roheisen enthaltenen Siliciums, theils von der Sandkruste, welche die Roheisen-Gänze bedeckt, theils aber auch von dem Sande herrührt, welcher in gewissen Fällen während des Frischens auf das Frischstück geworfen wird. Ist solche Schlacke schon von früheren Frisch-Processen vorhanden, so wird dieselbe als solche zugesetzt, indem sie, wie gleich gezeigt werden soll, ihre oxydirende Eigenschaft nicht verliert. Wenn weißglühendes Guss-eisen mit dieser Schlacke in Berührung kommt, so reducirt der Kohlenstoff des ersteren die Hälfte vom Eisenoxydul des Subsiliates; es entsteht also $3 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_2$ und ein kohlenstoffärmeres Eisen. Dieses Singulosiliat sättigt sich aber nach und nach wieder mit Eisenoxydul zu Subsiliat, und die oxydirende Wirkung beginnt von Neuem. Die Kunst des Arbeiters, welcher das Frischen besorgt, besteht hauptsächlich darin, den Zeitpunkt beurtheilen zu können, wann das Frischstück den richtigen Kohlengehalt besitzt und zum Ausschmieden geeignet ist. Je nachdem man graues oder weißes Roheisen verfrischt, ist die Manipulation des Frischens eine etwas andere. Da graues Roheisen vor seinem Schmelzpunkte nicht erst erweicht, sondern plötzlich flüssig wird, so geht die Entkohlung desselben schwieriger vor sich, als die des weißen, welches vor eintretender Schmelzung erst einen breiartigen Zustand annimmt, und daher sowohl dem Luftstrome besser ausgesetzt, als mit der Frischschlacke vielfach in Berührung gebracht werden kann. Aus diesem Grunde unterwirft man das zum Verfrischen bestimmte graue Roheisen auf vielen Hüttenwerken einem vorbereitenden Prozesse, welcher dasselbe entweder nur in weißes Eisen umwandelt, ohne seinen Kohlenstoffgehalt merklich zu vermindern, oder es zu einem weißen und zugleich kohlenstoffärmeren Roheisen macht. Ein solcher vorbereitender Process ist natürlicher Weise auf solchen Hüttenwerken überflüssig, wo schon durch das Hohofenschmelzen ein weißes Eisen gewonnen wird. — In zwei wichtigere Abtheilungen als die eben gedachten, auf der Anwendung von grauem oder weißem Eisen beruhenden, können die Frisch-Methoden hinsichtlich der angewendeten Schmelzvorrichtungen gebracht werden. Entweder geschieht nämlich das Frischen in Heerden unter Mitwirkung eines Gebläses, oder in Flammöfen mittelst eines durch eine hohe Esse hervorgebrachten Luftzuges. In neuester Zeit hat man auch Flammöfen mit Gebläse vorgerichtet, sobald man sich nämlich der Gichtgase (s. d.) als Brennmaterial bedient. Das Frischen in Heerden (Frischheerden) bildet den Frischprocess im engeren Sinne, das Frischen in Flammöfen (Puddel-Oefen) nennt man Puddeln, nach dem englischen *to puddle*, d. h. umrühren, mengen.

Aus dieser theoretischen Uebersicht des Frisch-Processes wird man ersehen, dass derselbe auf ungleich einfacheren chemischen Prin-

cipien basirt ist als die Roheisengewinnung, und dass es bei demselben hauptsächlich auf die geübte Hand des Arbeiters und auf die zweckmäßige Construction der Maschinen ankommt, deren man sich bedient, um dem gefrischten Eisen die verlangte Form zu ertheilen. Von der praktischen Seite dieses Processes wird daher nur ein verhältnissmäßig kleiner Theil innerhalb der Grenzen der nachfolgenden Beschreibung fallen.

I. Das Frischen in Heerden wird auf verschiedene Weise ausgeführt, je nachdem man dazu weisses, gaarschmelzendes (mittelst eines Niederschmelzens zu Stabeisen werdend) oder graues, rohschmelzendes Eisen (welches zwei und mehrerer Umschmelzungen bedarf) anwendet. Von diesen beiden Arten des Frischens kann jede wieder in zwei Unterabtheilungen gebracht werden, und zwar erstere, indem man darauf Rücksicht nimmt, ob das gaarschmelzende Eisen einer Vorbereitung unterworfen wird oder nicht. Diese Vorbereitung besteht in einer Art von Röstung oder gewissermassen Adoucirung, dem sogenannten Braten, der in Gestalt von Scheiben angewendeten Roheisenstücke, durch welche Operation ein Theil vom Koblenstoffgehalte der letzteren verbrennt. Man nennt den Frisch-Process, welcher sich dieser Vorbereitung bedient, die *Bratfrischschmiede*. Die andere Methode des Frischens, bei welcher man das gaarschmelzende Roheisen sogleich einschmelzt, und welche man daher mit dem Namen der *Einmalschmelzerei* zu belegen pflegt, zerfällt, nach verschiedenen zum Theil sehr unwesentlichen Modificationen, wieder in mehrere Unterabtheilungen, namentlich *Steyersche* und *Siegensche Einmalschmelzerei*, *Wallonenschmiede*, *Löschfeuerschmiede* und *Osemundschmiede*. Die zwei Unterabtheilungen der Frischarbeiten, welche sich des rohschmelzenden Eisens bedienen, sind darauf begründet, dass das Roheisen entweder in einem oder nacheinander in zwei verschiedenen Heerden behandelt wird. Erstere Art bildet die *deutsche Frisch-Methode*, letztere wird das *Zerrennen* genannt. Beide sind, je nach den Localitäten und altherkömmlichen Gewohnheiten, mancherlei unbedeutenden Modificationen unterworfen, und erhalten nach diesen verschiedenartige Benennungen. Zur deutschen Frischarbeit können auf diese Weise gerechnet werden: das *Harzer Klumpfrischen*, das *Harzer Durchbrechfrischen*, die *Harzer combinirte Methode*, die *Schwedische But-Schmiede*, die *Kleinfrischschmiede*, *Frischschmiede*, *Suluschmiede*, *Halbwallonenschmiede*, *Anlaufschmiede* u. s. w. Zum Zerrennen gehörig sind dagegen zu betrachten: das *Weich- und Harzerrennen*, das *Kartitsch-Frischen* und die *Süd-Walliser Frischarbeit*. — Man geräth durch dieses Chaos curioser, aber nicht viel sagen wollender Namen leicht in Verwirrung. Einen völlig hinreichenden, alle Wesentlichkeiten der verschiedenen Frisch-Methoden hervorhebenden Ueberblick erhält man aber, wenn man nur auf die gegebene Haupt-eintheilung Rücksicht nimmt, welche das folgende Schema noch deutlicher hervorhebt:

Frisch-Process in Heerden.

- | | |
|--|---|
| 1) mit gaarschmelzendem Eisen | 2) mit rohschmelzendem Eisen |
| a) mit Vorbereitung
(Bratfrischschmiede) | a) in einem Heerde
(Deutsche Frischarbeit) |
| b) ohne Vorbereitung
(Einmalschmelzerei). | b) in zwei Heerden
(Zerrennen). |

Um eine genügende Einsicht in das Wesen dieser Frisch-Processe zu erlangen, ist es kaum erforderlich, dieselben einzeln zu beschreiben, sondern es wird hinreichen, wenn die deutsche Frischarbeit, welche den grössten Theil der bei den übrigen Frischarbeiten vorkommenden Manipulationen umfasst, hier allein einer näheren Beschreibung gewürdigt wird. Uebrigens ist die Construction der Frischheerde bei allen diesen Arbeiten fast genau dieselbe.

Die Construction eines Frischheerdes ist sehr einfach. Ein solcher Heerd besteht aus einem parallelepipedischen Mauerwerk, welches wenigstens 6 F. lang, 4 F. breit und 1 F. hoch zu seyn, mitunter aber etwas grössere Dimensionen zu haben pflegt. Von zwei aneinanderstossenden, also einer längeren und einer kürzeren Seite ist dieser Heerd gewöhnlich von zwei Mauern eingefasst, welche sich etwa in Mannshöhe über den Hüttenboden erheben, und an der einen freistehenden Heerdecke befindet sich alsdann ein Pfeiler, welcher nebst jenen Mauern einer 20 bis 40 F. hohen Esse zur Unterstützung dient, die an ihrem unteren Ende die Dimensionen des Heerdes besitzt, sich aber bald verjüngt und in einen gewöhnlichen Schornstein ausläuft. An der einen kürzeren, von einer jener Mauern überragten Heerdeite ist, zunächst dieser Mauer und in geringer Entfernung von der daranstossenden freien Mauerseite, ein parallelepipedischer Raum ausgespart, der Frischraum oder Frischheerd im engeren Sinne. Der Boden und die Seitenwände desselben sind mit eisernen Platten von 2 Zoll Dicke versehen. Eine sechste eiserne Platte, die Vorheerdplatte, liegt horizontal zwischen dem Frischraume und der nächsten freien Heerdeite, und nimmt gewöhnlich die ganze Länge des Heerdes ein. Sie dient den Brechstangen, welche während des Frischens fleissig gehandhabt werden müssen, zu einem festen Unterstützungspunkte. Von den erst erwähnten Platten trägt jede ihren besonderen Namen. Diejenige, welche den Boden des kastenförmigen Raumes bedeckt, heisst Frischboden; die der freien langen Heerd- (Arbeits-) Seite zunächst liegende, an welche sich zugleich die erwähnte Vorheerdplatte schliesst, wird Schlackenzacken genannt; die ihr gegenüberliegende: Hinterracken; die dicht an der einen Einfassungs-Mauer aufgestellte heisst: Formzacken, und die letzte, dieser gegenüberstehende: Gichtzacken. Unmittelbar auf dem Hinterracken ruht häufig noch eine siebente Platte, der Aschenzacken, welche dem Arbeiter, während der Manipulation des Frischens, verschiedene Erleichterungen gewährt. Der Schlackenzacken ist mit einer oder mehreren Oeffnungen, zum Ablassen der Schlacke aus dem Heerde, versehen, und von allen 4 den Frischraum umschliessenden Zacken ist derselbe der einzige, welcher vollkommen senkrecht steht. Der Formzacken neigt sich nämlich mit seiner oberen Kante ein wenig dem gegenüberliegenden Gichtzacken zu, letzterer hat eine mit dem ersteren ziemlich parallele Lage, und der Hinterracken neigt sich, ebenfalls mit seiner oberen Kante, von dem Schlackenzacken weg. Unmittelbar auf dem Formzacken ruht die, mit ihrem hinteren, weiteren Ende in die dicht daranliegende Mauer eingemauerte Form, deren plane Bodenfläche senkrecht auf den beiden Hauptflächen des Formzackens steht, wodurch die Form also eine nach der Mitte des Frischraumes zu geneigte Lage erhält. Zugleich ragt das vordere Ende der Form, der Rüssel, einige Zoll über den Formzacken hinaus, während aber die darin befindliche Düse etwa

eben so viele Zoll vom Rüsselmaule zurück liegt. Um den Frischboden vor dem Anschweißen des Frischeisens und der Zerstörung zu bewahren, wird derselbe meist, mittelst eines unter demselben rinnenden Wasserstromes, kühl erhalten. — Was die Dimensionen, sowohl die absoluten als relativen, der verschiedenen wesentlichen Theile eines Frischheerdes anbelangt, so können dieselben begreiflicher Weise von keiner Theorie ausfindig gemacht werden, sondern nur das Resultat langjähriger Erfahrung oder doch alter Gewohnheit seyn. Walter und le Blanc geben in ihrem bereits citirten Werke folgende Tabelle über die in Deutschland und Frankreich in dieser Beziehung meist gebräuchlichen Dimensionen.

	Deutschland. Millimeter.	Frankreich. Millimeter.
Länge des ganzen Heerdes	1880 — 2100	2000 — 2300
Breite desselben	940 — 1200	1200 — 2000
Höhe desselben	320 — 380	280 — 350
Länge des Frischraums (zwischen Schlacken- zacken und Hinterzacken) . . .	750 — 840	600 — 700
Breite desselben (zwischen Formzacken und Gichtzacken)		
a) am Boden	630 — 680	480 — 550
b) am oberen Ende	575 — 630	430 — 490
Tiefe desselben		
a) für graues Eisen	180 — 210	190 — 220
b) für halbirtes Eisen	210 — 220	230 — 250
c) für weißes Eisen	230 — 240	245 — 270
Neigung des Gichtzackens	40 — 45	30 — 35
Neigung des Formzackens	50 — 60	45 — 65
Neigung des Frischbodens (gegen den Formzacken) ¹⁾	25 — 30	15 — 20
Breite der Form		
a) für weißes Eisen	46 —	42 — 45
b) für graues Eisen	52 —	45 — 50
Tiefe derselben		
a) für weißes Eisen	29 —	27 — 31
b) für graues Eisen	33 —	31 — 37
Abstand der Düse von der Formöffnung	65 — 95	70 — 110
Abstand der Form vom Hinterzacken	230 — 250	190 — 220
Vorspringen der Form in den Frisch- raum	78 — 92	90 — 100
Neigungswinkel der Form	Grade.	Grade.
a) für graues Eisen	5	5 — 6
b) für halbirtes Eisen	7½	8 — 9
c) für weißes Eisen	10	11 — 12

(1 Millimeter = 0,4588 L. Rheinl.)

¹⁾ Bei vielen Frischheerden ist der Frischboden völlig horizontal.

Die Gestalt der Roheisenstücke, welche zum Frischen angewendet werden sollen, ist nicht ganz gleichgültig; hauptsächlich aber müssen die großen Stücke vermieden werden, weil diese schwierig zum Schmelzen zu bringen sind. Roheisen-Gänze von der bereits erwähnten Form, schmelzen sehr gut ein und können, in demselben Maße wie die Schmelzung geschieht, in's Feuer nachgeschoben werden. Oft sieht man sich doch genöthigt, ganz unregelmäßig geformte Roheisenstücke in den Frischheerd zu bringen, wie z. B. Abfälle vom Gießerei-Betriebe, alte Gusswaren und dergleichen. In diesem Falle sind die größeren Stücke zu zerschlagen, und bei dennoch stattfindender zu ungleicher Größe ist ein Sortiren vorzunehmen.

Zuschläge werden beim Frisch-Processen nur selten angewendet, wenn man die während der Arbeit selbst entstehende Frischschlacke nicht hierzu rechnen will. Nur bei phosphorhaltigem und stark schwefelhaltigem Roheisen pflegt man 2 — 10 Proc. Kalk zuzusetzen. Sand wird mit Erfolg angewendet, wenn das beinahe fertig gefrischte Eisen an seiner Oberfläche verbrannt ist, d. h. wenn es sich durch zu starke Einwirkung der Gebläseluft mit einer oxydirten, schwer verschlackbaren Kruste bedeckt hat. Neuerlich sind noch einige andere Zuschläge in Vorschlag gebracht worden, namentlich von Lambert, Schafhütl und Mushet. Der Erstgenannte empfiehlt ein Gemenge aus 2 Gwthln. Kochsalz und 1 Gwthl. Pottasche; 15 Pfd. dieses Gemenges sollen für 2000 Pfd. Roheisen hinreichend seyn. Der Schafhütl'sche Zuschlag wird, dem Gewichte nach, aus 120 Thln. Kochsalz, 56 Thln. Braunstein und 20 Thln. Töpferthon zusammengesetzt. Auf $3\frac{1}{4}$ Ctnr. Roheisen soll man etwa 6 Pfd. dieses Gemenges, in 10 — 12 Dosen, beim Frischen zusetzen. Mushet's Zuschlag, welcher aus 8 bis 10 Proc. reinen Eisenoxydes (Eisenglanz, Rotheisenstein) besteht, hat, außer seiner oxydirenden Eigenschaft, noch den Vortheil, dass er ein vermehrtes Stabeisen-Ausbringen zur Folge hat. Endlich ist auch noch das Einstreuen von Salpeter empfohlen worden; auf $2\frac{1}{2}$ Ctnr. Roheisen 1 Pfd. rohen Salpeter. Die beiden letztgenannten Zuschläge sollen durch Abgabe von Sauerstoff nicht sowohl oxydirend auf den Kohlengehalt des Roheisens, sondern auch auf die schädlichen Beimengungen desselben wirken; bei den Zuschlägen der erstgenannten Art bezweckt man dagegen eine Chlorentwicklung, welche besonders auf die Entfernung von Phosphor und Schwefel von Einfluss ist. Alle diese Mittel eignen sich jedoch weit weniger zur Anwendung beim Frischen in Heerden, als beim Frischen in Flammenöfen, indem man nur beim Puddeln im Stande ist, den Zuschlag in gehöriger Berührung mit dem eingeschmolzenen Eisen zu bringen, oder auch letzteres so zu zertheilen, dass die Chlordämpfe auf erforderliche Art einwirken können.

Als Brennmaterial wendet man beim Frischen ausschließlich nur Holzkohlen an; alle übrigen Brennmaterialien sind entweder zu unrein, oder sie erzeugen theils einen zu hohen, theils einen zu niedrigen Hitzgrad. Im Allgemeinen zieht man die Nadelholzkohlen den Laubholzkohlen vor, jedoch können letztere eben so gut angewendet werden, sobald man Sorge trägt, dass die leicht hierbei etwas zu hoch steigende Temperatur auf anderem Wege wieder deprimirt wird. Die zweckmäßigste Größe der Kohlenstücke liegt etwa zwischen der einer Faust und der eines Hühneries. Zur Erzeugung von 100 Pfd. Preufs.

Stabeisen verbraucht man, nach Karsten, durchschnittlich ungefähr 18 — 19½ Cub.-F. Kohlen von weichem Holze.

Die Menge und Pressung der Gebläseluft wird bei Frischheerden nicht so genau berücksichtigt, wie bei Hohöfen. Es ist ganz der Uebung des Arbeiters überlassen, wie er sich den Gang seines Gebläses stellt. Manometer, zur Bestimmung des Druckes der Gebläseluft, findet man wohl nur äußerst selten an der zu einem Frischheerde führenden Windleitungsröhre angebracht, obwohl dies mitunter nicht ohne Nutzen seyn dürfte. Karsten giebt die Vorschrift, dass während des Einschmelzens des Roheisens 140 — 150 Cub.-F. Luft pro Minute erforderlich sind, wenn das Eisen ein rohschmelzendes, dagegen 160 — 180 Cub.-F., wenn dasselbe ein gaarschmelzendes ist. Bei den späteren Perioden des Frischens werden dagegen im ersten Falle 200 — 210, im anderen 240 — 250 Cub.-F. Wind gebraucht, beim Process des Anlaufens (hiervon später) sogar 400 Cub.-F. Ein sehr stark comprimirter Wind ist beim Frisch-Process weit weniger zu empfehlen, als beim Hohofen-Schmelzen.

Die Temperatur der Gebläseluft ist, wie überhaupt bei jedem mit gepresstem Winde betriebenen Schmelzprocesse, auch bei der Frischarbeit von großem Einflusse. Eine erhitze Gebläseluft muss stets die Temperatur im Schmelzraume erhöhen und also eine Ersparung an Brennmaterial zur Folge haben. Allein schon beim Hohofen-Betriebe mit heißem Winde ist darauf aufmerksam gemacht worden, dass eine durch Temperaturerhöhung beschleunigte Schmelzung nicht bloß ihre guten, sondern auch ihre schlechten Seiten hat. Man will beim Frischen nicht bloß Eisen schmelzen, sondern dasselbe soll auch einen gewissen Theil seines Kohlenstoffgehaltes und so viel wie möglich von seinen verunreinigenden Bestandtheilen verlieren. Dazu wird aber nicht Hitze allein, sondern eben so unerlässlich Zeit erfordert. Will man sich also des warmen Windes beim Frischen bedienen, so muss man ein geringeres Windquantum (auf gewöhnliche Temperatur und atmosphärischen Druck reducirt) anwenden, als bei kalter Gebläseluft, damit das Verbrennen der Kohlen dadurch verzögert, die erhöhte Temperatur also wieder deprimirt werde. Nur in dem Falle, wenn der Gang des Frisch-Processes, mit Ausnahme eines geringeren Kohlenverbrauches durch den Einfluss der erwärmten Luft in keiner Weise verändert wird, kann man behaupten, dass sich hierbei nur Vortheil und fast kein Nachtheil herausstellt. Ein solches Resultat ist aber schwierig zu erreichen, und zwar um so schwieriger, je stärker die Gebläseluft erhitzt wird, weil dann der Frisch-Process ungleich leichter aus seinem geregelten Gange kommt. Man pflegt deshalb auch die Luft beim Frischen weit weniger stark als bei der Roheisen-Erzeugung zu erwärmen, und oft gewiss kaum 100° C. zu überschreiten, welchen Wärmegrad des Windes man leicht durch Anbringung eines Lufteerwärmungs-Apparates unmittelbar über dem Frischfeuer selbst erlangt. Die Kohlenersparung kann hierbei natürlicher Weise nicht groß seyn. Anstatt das Windquantum zu vermindern, braucht man auch nur Düsen mit größeren Oeffnungen, als sie bei kalter Luft gebräuchlich sind, anzuwenden, und man wird ein eben so gutes, vielleicht noch besseres Resultat erhalten. Wie nämlich schon früher, beim Hohofen-Process, erläutert wurde, wird durch Verminderung der Pressung der Gebläseluft ebenfalls ein geringerer Hitzgrad erzeugt. Dadurch arbeitet man

also dem schädlichen Einflusse des warmen Windes entgegen. Indem man aber dennoch dieselbe Luftmenge wie früher anwendet, so geschieht der, zur Oxydation des Kohlenstoffs und der schädlichen Beimengungen erforderlichen Sauerstoff-Quantität durchaus kein Abbruch, was der Fall ist, wenn man die Düsen nicht vergrößert und das Windquantum vermindert. Dass die erwärmte Luft in beiden Fällen eine Ersparung an Kohlen zur Folge hat, sobald nur die Arbeiter nicht mehr verbrauchen als nöthig ist, bedarf keiner Erläuterung. —

Soll ein neu errichteter oder ausgebesserter Frischheerd in Betrieb gesetzt werden, so wird der Frischraum erst während längerer Zeit oder mehrere Stunden hindurch mittelst glühender Kohlen abgewärmt, bis die eisernen Platten eine dunkle Glühhitze erlangt haben, worauf man eine Quantität Gaarschlacke (Subsilicat) in den Heerd bringt, und nun, bei schwachem Anlassen des Gebläses, das Einschmelzen des Roheisens beginnt. Wendet man Gänze an, so wird eine solche so auf dem Heerde placirt, dass sie mit ihrem einen, von Kohlen umgebenen Ende über den Gichtzacken in den Frischraum hineinragt, jedoch so, dass dasselbe nicht unmittelbar vom Winde getroffen wird, sondern sich oberhalb des Luftstromes befindet. Das Einschmelzen geschieht nämlich, wie der praktische Ausdruck lautet, »über dem Winde«, und das schmelzende Eisen muss den Wind passiren. Dadurch entgeht man dem Eisenverbrände, welcher entstehen würde, wenn man das Schmelzen im Windstrome selbst vornehmen wollte; und außerdem müsste dann auch das Schmelzen zu plötzlich und rasch erfolgen, als dass die Hauptzwecke des Frischens erreicht werden könnten. In demselben Maße als die Ganz abschmilzt, wird sie über den Gichtzacken nachgerückt, bis sich eine hinreichende Menge eingeschmolzenes Eisen auf dem Frischboden befindet. Gewöhnlich verfrischt man $2\frac{1}{2}$ —3 Ctr. Preufs. Roheisen auf einmal. Wendet man keine Gänze, sondern unregelmäßig geformte Stücke an, so werden diese auf die Kohlen gelegt und mit Kohlen bedeckt; aber auch hier geschieht das Eintragen nach und nach. Dieses erste Niederschmelzen heißt das Roh-Einschmelzen. Während dasselbe geschieht, untersucht der Frischer mittelst eines eisernen Spießes oder einer Brechstange, mehrmals die Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens. Erkennt er hierdurch, dass dasselbe den Frischboden in völlig flüssigem Zustande bedeckt, so ist Rohgang vorhanden, d. h. das Eisen hat bei seinem ersten Niedergehen nicht Kohlenstoff genug eingebüßt, entweder weil das Roh-Einschmelzen zu rasch vor sich ging, oder weil das Roheisen sehr grau und kohlenstoffreich war. Bemerkt der Frischer hingegen, dass das eingeschmolzene Eisen so steif ist, dass er kaum mit der Brechstange durchdringen kann, so herrscht Gaargang, d. h. das Eisen enthält nur noch wenig Kohlenstoff. Das Mittel zwischen diesen beiden extremen Fällen ist für den guten Gang der Arbeit am vortheilhaftesten; um dasselbe möglichst zu erreichen, muss das Gebläse im ersten Falle in langsameren, im zweiten dagegen in lebhafteren Wechsel gesetzt werden. Mit anderen Worten: sobald man Rohgang merkt, muss das noch nicht eingeschmolzene Eisen um so langsamer zum Schmelzen erhitzt und desto mehr der Oxydation ausgesetzt, im entgegengesetzten Falle aber um so schneller zum Schmelzen gebracht und desto weniger oxydirt werden. Durch diese Maßregeln schlägt es einem geübten Arbeiter selten fehl, den richtigen Mittelzustand, näm-

lich eine breiartige Beschaffenheit des einmal niedergeschmolzenen Eisens zu erlangen, vorausgesetzt, dass das angewendete Roheisen nicht allzu ungünstige Eigenschaften besaß. Nach dem Roh-Einschmelzen folgt das Roh-Aufbrechen, welches nach der Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens verschieden ist. Jedenfalls aber wird, nach erfolgtem Ablassen der Schlacken, das Eisen mittelst Brechstangen auf die Heerdfläche gebracht, der Frischraum mit neuen Kohlen gefüllt und zu einem neuen Schmelzen, dem Halbgaar-Einschmelzen, geschritten. War das Eisen noch sehr roh, und hat man es durch einen zuletzt angewendeten schwächeren Gebläsewechsel etwas erstarren lassen, so zertheilt es sich beim Aufbrechen gewöhnlich in viele kleinere Stücke. Indem der Frischer diese aus dem Frischraume hebt, hat er darauf zu sehen, dass er sie in drei Abtheilungen auf die Heerdfläche bringt, dass nämlich die Stücke, welche dem Gichtzacken zunächst lagen, die, welche sich in der Nähe des Formzackens befanden und endlich die, welche den Platz zwischen beiden, also die Mitte zwischen Gicht- und Form-Seite einnahmen, jede dieser Sorten zu einem besonderen Haufen aufgelegt wird. Befand sich das Eisen dagegen schon in einem sehr weit vorgerückten Zustande der Gaare, so bildet es eine fest zusammenhängende Masse, welche als ein einziges Stück aus dem Heerdraume gehoben werden muss. Im vortheilhaftesten Falle, wenn nämlich das Eisen eine halbgaare Beschaffenheit erlangt hat, fällt es dem Frischer nicht schwer, es in drei Stücke zu zertheilen, in ein Gichtstück, Mittelstück und Formstück. Welchen Grad der Gaare oder Rohheit nun das Eisen auch hatte, so ist bei dem Halbgaar-Einschmelzen stets darauf zu sehen, dass die aufgebrochene Masse dergestalt auf den neu eingetragenen Kohlen vertheilt wird, dass jetzt eine umgekehrte Nachbarschaft desselben gegen die vier verschiedenen Zacken stattfindet, als vor dem Aufbrechen. Was also früher zunächst dem Gichtzacken gelegen hat, kommt jetzt bei dem Formzacken, was früher beim Schlackenzacken lag, kommt beim Hinterzacken zu liegen. Bildet das aufgebrochene Eisen nur ein Stück, oder auch drei Stücke, so wendet man zugleich deren früher untere Seite nach oben. Während des Niedergehens der auf eine der beschriebenen Arten placirten Eisenmasse, ist die größte Aufmerksamkeit des Frischers erforderlich; namentlich wenn er rohes und vielleicht auch zugleich stark verunreinigtes Eisen zu behandeln hat, befindet er sich in fortwährender Thätigkeit. Jedes einzelne Eisenstück muss dann nach und nach einer starken Oxydation im Winde ausgesetzt, und auch ein Zuschlag von gaarer Frischschlacke (Subsilicat) angewendet werden. Durch diese starke Oxydation erzeugt sich eine bedeutende Menge roher Schlacke (Singulosilicat), welche nicht alle im Heerde bleiben darf, sondern mitunter, nach dem Gutbefinden des Arbeiters, abgelassen wird. Ist das Halbgaar-Einschmelzen beendet, so folgt das Gaar-Aufbrechen und darauf sogleich das letzte oder Gaar-Einschmelzen. Beim Gaar-Aufbrechen bildet das Eisen stets eine zusammenhängende Masse, welche auf die vorgedachte Weise gewendet, aber nicht auf frische, sondern auf die, unter dasselbe herabrollenden glühenden Kohlen gelegt und wo möglich auch mit glühenden Kohlen bedeckt wird. Das Gebläse wird nun in einen lebhaften Gang gesetzt, und die Eisenmasse kommt, indem der Frischer ihr zu schnelles Niedergehen durch öfteres Aufheben mittelst einer Brechstange verhindert, wobei stets

neue Kohlen unter dasselbe rollen, nach und nach in eine starke Weisgluth. Dabei geräth die flüssige Schlacke, welche das Eisen theils bedeckt, theils von demselben umschlossen wird, in eine kochende Bewegung, indem sich die oxydirende Wirkung der Gaarschlacke durch eine solche Temperatur sehr steigert. Schlackentheile und Eisentheile lösen sich von der Hauptmasse los und sinken durch die Zwischenräume der Kohlen auf den Boden des Frischraumes, wo sich endlich die ganze erweichte und zusammengesinterte Stabeisenmasse ansammelt. So wie dies geschehen ist, wird das Gebläse abgestellt, alle Kohlen aus dem Frischraume entfernt und das gaare Frischstück, die Lupe oder der Deul, unter einen 3 — 4 Ctr. schweren, durch Wasserkraft in Bewegung gesetzten Hammer gebracht, und hier zu einem parallelepipedischen Stücke ausgeschmiedet, welches zuletzt in drei, vier oder mehrere Theile, Schirbel genannt, getheilt wird. Diese Schirbel werden bei dem folgenden Frischen auf die Kohlen des Frischraumes gelegt und, während ein neues Eisenquantum eingeschmolzen und verfrischt wird, zum weiteren Ausschmieden aufgewärmt. — Der Eisenabgang beim Frischen richtet sich nach der Beschaffenheit des verfrischten Roheisens und nach der Geschicklichkeit des Arbeiters. Sehr unreines, bedeutend durch Schwefel oder Phosphor verunreinigtes Roheisen muss, nach dem Roh-Einschmelzen, mehr als zweimal aufgebrochen und überhaupt einer verzögerten aber oxydirenden Behandlung im Feuer ausgesetzt werden, weshalb es auch einen bedeutenden Abgang erleidet, der bis auf 30 und sogar 40 Proc. steigen kann. Gewöhnliches gutartiges Roheisen verliert etwa 25 bis höchstens 28 Proc., der Abgang beim Ausschmieden zu dünnen Stangen mit einberechnet; dagegen nur 22 bis 23 Proc., sobald es zu Stangen von größeren Dimensionen ausgereckt wird. In der Regel verpflichtet man die Arbeiter, von 7 Centnern Roheisen 5 Centner Stabeisen zu liefern, und macht denselben bei einer geringeren Ausbeute Abzüge am Lohne, während ihnen jedes höhere Ausbringen vergütigt wird. — In neuester Zeit hat man angefangen, die Frischheerde mit einem Flammofen in Verbindung zu setzen, welcher theils zum Vorwärmen des zum Frischen bestimmten Roheisens, theils zum Erhitzen der Schirbel benutzt werden kann. Die Flamme des Frischfeuers wird hierbei unmittelbar über den Heerd des dicht dabei befindlichen Flammofens geleitet. In Bezug auf den Brennmaterial-Aufgang beim Frischen selbst erreicht man hierdurch natürlicher Weise keine Ersparung, allein die Schirbel erhalten eine bessere Schweifshitze. Dagegen entsteht der Nachtheil, dass der Arbeiter einen, für die freie Ausübung mancher beim Frischen erforderlichen Manipulationen beschränkten Raum erhält. —

II. Das Frischen in Flammöfen oder Puddeln. — Hierzu kann sowohl weißes als graues Roheisen angewendet werden. Bedient man sich des letzteren, so wird der Process, aus leicht begreiflichen Gründen, sowohl schwieriger als zeitraubender. Das zum Puddeln angewendete weiße Roheisen wird entweder als solches gleich vom Hofofen erhalten, oder man gewinnt es aus dem grauen Roheisen durch das Fein- oder Raffinir-Schmelzen in Fein- oder Raffinir-Heerden. Ein solcher Heerd besteht in einem kastenförmigen Raume, dessen Seitenwände vier hohle parallelepipedische Eisenstücke (eigentlich vier oben geschlossene Tröge) bilden, durch deren Höhlung, während des Processes, beständig Wasser circulirt, um dieselben gegen Schmelzung

zu schützen. Der Boden dieses Kastens wird durch eine 3 — $4\frac{1}{2}$ Z. dicke Schicht von entweder reinem Kalkstein oder gröblich gepulvertem Quarz gebildet, welche Masse man auf das darunter liegende, feuerfeste Gemäuer feststampft. Auf zwei der längeren und einer der kürzeren eisernen Seitenwände sind Mauern aufgeführt, welche, ähnlich wie es bei einem Frischheerde der Fall ist, einen Rauchmantel tragen, der sich allmählig in einen Schornstein verläuft. Die beiden längeren Mauern sind an ihrer inwendigen, dem Heerde zugekehrten Seite mit eisernen Platten bekleidet. Wo letztere die hohlen Eisenstücke des eigentlichen Heerdkastens berühren, sind in jeder der Mauern 2 oder 3 halbconische Oeffnungen angebracht, welche durch die Beleg-Platten fortsetzen und zur Einsetzung ebenso vieler Formen dienen. Je nachdem ein Raffinirheerd auf diese Weise 4 oder 6 Formen (nämlich 2 oder 3 auf jeder langen Seite) besitzt, sind seine Dimensionen verschieden. Im ersten Falle pflegt der kastenförmige Raum im Lichten 2 F. 5 Z. — 2 F. 8 Z. breit und 3 F. 10 Z. — 4 F. 2 Z. lang zu seyn; im anderen dagegen 2 F. 10 Z. — 3 F. 2 Z. breit und 4 F. — 4 F. 6 Z. lang. Die Tiefe richtet sich mehr nach der Beschaffenheit des zu raffinirenden Eisens, als nach der Anzahl der Formen und der damit in Verbindung stehenden Länge und Breite des Heerdes. Je schwieriger das graue Roheisen, welches gefeint werden soll, in weißes umzuändern ist, desto tiefer muss der Heerd seyn. Man hat daher Heerde mit 4 oder 6 Formen, welche $7\frac{1}{2}$ oder $8\frac{1}{2}$ Z., und andere, welche bis zu $10\frac{1}{2}$ oder $11\frac{1}{2}$ Z. tief sind. Der Fein-Process ist nichts weiter als eine oxydirende Umschmelzung. Die Oxydation wird hauptsächlich durch die große Menge der Gebläseluft bewerkstelligt. Auf jede Form rechnet man etwa pro Minute 150 — 180 Cub.-F. Wind für reines und nicht schwer zu weißendes, und 220 — 240 Cub.-F. für unreineres, schwer zu raffinirendes Roheisen. Die Pressung des Windes beträgt 4 — 5 Z. Quecksilber. Als Brennmaterial benutzt man am zweckmäßigsten reine und nicht zu leicht verbrennliche Koaks. Dieselben werden, schichtenweise mit den Roheisengänzen abwechselnd, bis über 8 Z. über die Formen geschüttet. Auf den Heerdboden hat man zuvor eine Lage Schlacke vom vorigen Schmelzen gelegt, und über die abwechselnden Brennmaterial- und Roheisen-Schichten werden zuletzt noch Koaks gestürzt. War der Heerd neu, so musste er natürlich zuvor abgewärmt werden, was durch glühende, auf den Heerdboden geworfene Kohlen und bis $7\frac{1}{2}$ bis $9\frac{1}{2}$ Z. über die Formen geschüttete Koaks geschah, indem man zugleich das Gebläse in schwachen Gang setzte; war derselbe dagegen so eben erst in Gebrauch gewesen, so ist keine Vorbereitung der Art erforderlich. Das Einschmelzen geschieht sehr schnell. Einige und zwanzig bis einige und dreißig Centner Roheisen sind mitunter schon in $\frac{1}{2}$ Stunde eingeschmolzen. Hierauf bleibt die flüssige Masse noch etwa $\frac{1}{4}$ Stunde im Heerde stehen, während welcher Zeit sie einigemal gut durchgerührt werden muss, und alsdann sticht man sie in feuchten Sand oder in gusseiserne Formen ab, um daraus gegossene Platten von etwa 2 Z. Dicke zu erhalten. — Es giebt Eisenwerke, auf denen, in einer 12stündigen Schicht, 10 solcher Fein-Processen nach einander in demselben Heerde vorgenommen werden; auf anderen Hüttenwerken wird diese Arbeit, mancherlei hindernder Ursachen wegen, bedeutend langsamer betrieben. Eine fast gleich große Verschiedenheit findet auch hinsichtlich des Eisen-Abganges und Koaks-Verbrauches Statt. Ersterer

kann zuweilen kaum 10 Proc. erreichen, zuweilen aber auch 15 Proc. übersteigen; letzterer ist bei sehr lebhaft betriebenen kurzen Schmelzungen kaum mehr als 30 Proc., kann aber im entgegengesetzten Falle leicht bis zu 60 Proc. vom Gewichte des erblasenen Feineisens anwachsen.

Zur Construction eines Puddelofens geben Walter und le Blanc ¹⁾ folgende Data. (Hinsichtlich der Einrichtung eines Flammofens im Allgemeinen s. Flammofen.) 1) Bei Anwendung von Steinkohlen als Brennmaterial. Die Tiefe des Rostes unter dem Heerde beträgt für fette Backkohlen $9\frac{1}{2}$ — $10\frac{1}{2}$ Z., für magere Sinterkohlen $7\frac{2}{3}$ — $8\frac{1}{3}$ Z. Die Höhe der Feuerbrücke in den genannten Fällen 19 — 21 Z. und 16 — 17 Z. Die Größe des Rostes als Maximum 4 F. 3 Z. lang und 3 F. 2 Z. breit, als Minimum 3 F. lang und $2\frac{1}{3}$ F. breit. Die Höhe der Flammenöffnung, zwischen Feuerbrücke und Wölbung, bei Anwendung guter Backkohlen $15\frac{1}{4}$ Z., Sinterkohlen 1 F. Von der über der Feuerbrücke gelegenen Stelle zieht sich die Wölbung allmählig niederwärts. Höhe des Fuchses 8 — 13 Z. Die Heerd-Dimensionen ergeben sich aus der folgenden Zusammen-
setzung:

	für große Oefen. Mètres.	für mittlere Oefen. Mètres.	für kleine Oefen. Mètres.
Länge	2,00—2,30	1,80—2,00	1,55—1,75
Größte Breite	1,50—1,62	1,20—1,30	1,15—1,25
Breite bei der Feuerbrücke	1,00—1,10	0,90—0,95	0,80—0,90
Breite beim Fuchse	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65

Das Verhältniss der Rostfläche zur Heerdfläche kann etwa von 3 : 1 angenommen werden. Der Querschnitt des Schornsteins $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ von der Fläche des Rostes. Essen von $15\frac{1}{4}$ bis $16\frac{1}{2}$ Z. im Quadrat sind gewöhnlich. — 2) Bei Anwendung von Holz als Brennmaterial erleidet die angegebene Construction folgende Abänderungen. Der Rost muss eine etwa $1\frac{1}{2}$ mal so große Fläche erhalten, während die Dimensionen des Heerdes dieselben bleiben. Die Wölbung darf nicht über 13 — 15 Z. vom Heerde abstehen. Die Höhe des Fuchses beträgt 6 — $6\frac{1}{2}$ Z. Die Höhe der Feuerbrücke über dem Heerde kann 4 — $4\frac{3}{4}$ Z. seyn. — Die Essenhöhe ist bei den meisten Puddelöfen, sowohl bei den mit Steinkohlen, als den mit Holz betriebenen etwa 30 — 40 F. An der oberen Mündung der Esse befindet sich eine Klappe, welche von dem beim Ofen beschäftigten Arbeiter, mittelst eines angebrachten Zuges, beliebig geöffnet oder verschlossen werden kann. Der Heerd der Puddelöfen liegt auf keinem untergebaute Steingewölbe, sondern auf einer oder mehreren gusseisernen Platten, welche durch eiserne Querbalken getragen werden, die in der eisernen Bekleidung des Ofens befestigt sind. Diese Bekleidung besteht ebenfalls in Platten, welche auf mancherlei Art zu-

¹⁾ Die Hartmann'sche Uebersetzung des citirten Werkes Bd. II. S. 75.

sammengefügt seyn können, und dazu dienen, das verhältnissmäßig sehr dünne und schwache, auf der Heerdplatte ruhende Gemäuer zusammenzuhalten. In der einen langen Seite des Ofens, oberhalb der Heerdfläche befindet sich die durch eine eiserne Hängethür verschließbare Arbeitsöffnung. Die Feuerbrücke wird häufig durch einen hohlen gusseisernen Balken gebildet, welcher mittelst durchfließenden Wassers abgekühlt werden kann. Ein ähnlicher Balken läuft, parallel mit jenem und dicht beim Fuchse, quer über die Heerdplatte. Zwischen beiden Erhöhungen und unmittelbar über der Heerdplatte befindet sich der eigentliche Heerd, dessen Masse und Construction verschieden seyn kann. Der eben erwähnte eiserne Balken, den man die Fuchsbrücke, zum Unterschiede der Feuerbrücke, nennen kann, ist nicht bei allen Puddelöfen vorhanden, sondern hauptsächlich nur bei denjenigen, in welchen man graues, also völlig flüssig werdendes Roheisen verpuddelt. Der Heerd wird entweder aus Quarzsand oder sehr gaarer und schwerfließender, beim Puddel-Process fallender Schlacke hergestellt; er ist entweder fast horizontal, nur mit einer geringen Neigung nach dem unter der Arbeitsöffnung befindlichen Schlackenloche, oder concav, seine geringste Dicke über der Mitte der Heerdplatte habend. Sandheerde sind fast stets plan. Reiner und gepochter Quarz wird zu einer Dicke von 6—8 Z. sehr fest auf die Heerdplatte gestampft und $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Z. hoch mit gepulverter Schlacke bedeckt, welche festgeschmolzen und mittelst einer glühenden eisernen Stange ausgeebnet wird. Schlackenheerde werden durch Aufschütten einer etwa 3—4 Z. hohen Schicht gröblich gepulverter Schlacke auf die Heerdplatte hergestellt. Zu oberst wird diese Schicht gewöhnlich mit Schlackenpulver von feinerem Korne bedeckt, welches beim Aufwärmen des Ofens einen verglasten Ueberzug bildet, den man ausebnet¹⁾. Hat der Heerd eine zum Puddeln hinreichend hohe Temperatur angenommen, so ist die ganze Schlackenschicht gewöhnlich bis zu einer Dicke von $2\frac{1}{4}$ — $2\frac{3}{4}$ Z. zusammengesunken. Eisenheerde nennt man diejenigen Schlackenheerde, bei denen die aufgetragene Schlackenschicht nur etwa $1\frac{1}{2}$ —2 Z. Dicke besitzt und, bei eintretender hoher Temperatur, zu nicht viel über 1 Z. zusammensinkt. Bei concaven Heerden gelten die angegebenen Dimensionen für die Heerdmitte, also für den schwächsten Theil des Heerdes. Von dieser Stelle aus steigt der Heerd nach allen Seiten an, liegt aber mit seinen äußersten Punkten in der Regel nicht mehr als 2—3 Z. über der Heerdmitte. Jede dieser drei verschiedenen Heerdarten, Sand-, Schlacken- und Eisenheerde, gewährt ihre eigenthümlichen Vortheile, welche aber wieder mit gewissen Nachtheilen verbunden sind. Sandheerde sollen einen guten Einfluss auf die Qualität des ausgebrachten Eisens haben, aber einen erhöhten Eisenabgang von 3—4 Proc. verursachen. Auf Schlackenheerden wird das Eisen leichter zum Frischen gebracht, erhält aber, wie einige Praktiker behaupten, keinen so hohen Grad der Reinheit. Eisenheerde endlich gewähren dem Arbeiter große Bequemlichkeit bei seinen Arbeiten im Ofen, indem die Brechstangen sehr leicht über den Heerd gleiten; aber das Eisen wird nicht so rein wie auf Sandheerden und

¹⁾ Einen vorzüglichen Ueberzug dieser Art erhält man durch Bestreuen des Schlackenheerdes mit einer 3— $4\frac{1}{2}$ Linien dicken Schicht Hammerschlag (Schmiebesinter oder Walzsinter) und darauf folgender Festschmelzung desselben.

frischt nicht ganz so leicht wie auf Schlackenheerden. Der größte Uebelstand bei Eisenheerden ist jedoch die baldige Zerstörung der Heerdplatte. Man pflegt deshalb auch das mittelste, der Zerstörung am meisten ausgesetzte Stück derselben zum Auswechseln zu machen. Auf einigen Eisenwerken hat man versucht, auf Heerden aus gebranntem und festgestampftem Kalke zu puddeln, welche zur Verbesserung des Eisens beitragen, aber die Ofenmauern stark angriffen. Auch Versuche mit Heerden aus feuerfestem Thone hat man angestellt; sie gaben aber kein günstiges Resultat, weil die Heerde leicht zerstört wurden. Von allen genannten Heerdarten halten Schlackenheerde am längsten und sind daher auch am allgemeinsten eingeführt. Nur bei sehr unreinem Eisen, welches eine stark verunreinigte Gaarschlacke liefert, kann es misslich seyn, diese Schlacke als Heerdmaterial zu gebrauchen.

Die Gestalt der Roheisenstücke, welche verpuddelt werden sollen, ist ziemlich gleichgültig; nur ist es nicht rathsam, Stücke von zu bedeutender oder zu ungleicher Größe anzuwenden. Im ersten Falle wird der Process unnöthig verzögert, im zweiten aber sind die kleineren Stücke schon erweicht, während die größeren noch fest sind. Man wendet sowohl halbcylindrische wie auch plattenförmige Gänze an.

Die Zuschläge beim Puddeln sind von derselben Art, wie die beim Frischen gebräuchlichen; alle thun aber bei ersterer Arbeit weit bessere Wirkung als bei letzterer. Der während des Puddelns eintretende erweichte Zustand des Eisens und die ungleich bequemere Manipulation machen es möglich, die Zuschläge gewissermaßen in die Eisenmasse einzukneten, und daher die gute Wirkung derselben bedeutend zu befördern.

Das am häufigsten zum Puddeln angewendete Brennmaterial ist Steinkohle; erst in neuerer Zeit hat man Puddelöfen mit Holz und sogar Torf betrieben. Nicht alle Steinkohlen eignen sich in gleichem Grade hierzu. Diejenigen, welche eine starke Flamme geben, sind im Allgemeinen am brauchbarsten, aber sie besitzen häufig zugleich die Eigenschaft, stark zusammenzusintern (zu backen), wodurch der Rost leicht verstopft, der Luftzug also gestört und die Hitze vermindert wird. Bedient man sich deshalb sehr fetter Backkohlen, so ist ein fleisiges Aufbrechen der zusammengesinterten Koakmasse auf dem Roste erforderlich. Holz kann mit sehr gutem Erfolge zum Puddeln angewendet werden, sobald es sehr scharf getrocknet (gedarrt) ist, und man dem Flammofen eine zweckmäßige Construction gegeben hat. Torf, selbst der fetteste, bleibt stets in seiner Brauchbarkeit hinter guten Steinkohlen und gedarrtem Holze zurück. Mit Braunkohlen zu puddeln, hat bisher gar nicht gelingen wollen, mit Anthracit ebenso wenig; ersteres wahrscheinlich deswegen nicht, weil die Braunkohlen nur lufttrocken, aber nicht gedarrt angewendet wurden, letzteres, weil Anthracit zu wenig Flamme giebt. —

Das praktische Verfahren beim Frischen in Flammöfen ist kürzlich folgendes. In einen gehörig abgewärmten oder in noch fortgesetztem Gebrauche stehenden Ofen wird zuerst der Roheisen-Einsatz (*the charge*), welcher zu einem Frischen bestimmt ist und gewöhnlich $3\frac{1}{2}$ — 4 Ctr. beträgt, eingetragen. Die einzelnen Eisenstücke, welche 20, 30 und noch mehr Pfunde wiegen können, werden, vermittelt einer, an einer Kette hängenden und dadurch desto leichter zu handha-

benden Schaufel, theils an die Feuerbrücke, theils an die Hinterwand gelehnt, eine Quantität Schlacke wird auf den Heerd geworfen, darauf die Arbeitsöffnung verschlossen, die Essenklappe, welche während des Eintragens niedergelassen war, geöffnet und eine neue Portion Brennmaterial durch die Schüröffnung auf den Rost gebracht. War das Eisen in einem besonderen Wärmheerde, welcher zwischen Fuchs und Esse zu liegen pflegt, schon vorher vorgewärmt worden, so befindet es sich meist nach 10 — 15 Minuten in einem so erweichten Zustande, dass es mit Hülfe einer eisernen Stange zu einem körnigen Teige zerührt werden kann. Fand ein solches Vorwärmen nicht Statt, so dauert das Eintreten dieses Zustandes wenigstens zehn Minuten länger. Hierbei wird außerdem noch vorausgesetzt, dass das angewendete Roheisen ein weißes, kohlenstoffarmes war, denn nur dies hat die Eigenschaft, auf die angegebene Art zu erweichen. Verpuddelt man dagegen ein graues oder selbst weißes, sehr kohlenstoffhaltiges (Spiegel-) Roheisen, so tritt, namentlich bei ersterem, zuerst völlige Flüssigkeit ein, und erst nach längerem unausgesetzten Rühren mit einem eisernen Rührhaken haben Schlacke und Luft so viel von dem Kohlenstoffgehalte eines solchen Roheisens oxydirt, dass dasselbe nun auch eine breiartige Consistenz annimmt. Die teigartige Masse wird, bei fast verschlossener Essenklappe, so lange gerührt und mit der Schlacke gemengt und verknetet, bis sie einen Grad der Steifheit erlangt, welche dem Arbeiter diese Operation sehr erschwert. Dies ist ungefähr 15 — 20 Minuten nach Eintreten des körnig-weichen Zustandes der Fall. Um das Gemenge der Eisen- und Schlacken-Masse wieder ductiler zu machen, wird ein stärkerer Hitzgrad erfordert. Man verschließt daher auf kurze Zeit die Arbeitsöffnung und sogar das kleine Loch in derselben, durch welches der Arbeiter bei niedergelassener Thüre einen Blick in den Ofen thun kann, öffnet die Essenklappe und versieht den Rost mit frischem Brennmaterial. Nach Verlauf von wenigen Minuten tritt jetzt die eigentliche Frischperiode ein. Die mit dem Eisen gemengten Gaarschlacken üben in der erhöhten Temperatur eine gesteigerte Wirkung auf das noch nicht hinreichend entkohlte Eisen aus, die durch Oxydation des Kohlenstoffs erzeugte Kohlensäure erzwingt sich ihren Ausweg, indem sie die Schlacke in eine dem Kochen ähnliche Bewegung versetzt. Sobald sich dies Phänomen in hinreichendem Grade zeigt, wird die Arbeitsthür wieder geöffnet, und ein neues, während 10 — 20 Minuten fortgesetztes Umrühren beginnt, während dessen der zuerst schmierige Zustand der Eisenmasse nach und nach abermals in einen sandartigen übergeht, der sich aber von dem zuerst eingetretenen dadurch wesentlich unterscheidet, dass die Eisenpartikel durch ihre erlangte Schweißbarkeit eine gewisse Klebrigkeit erlangt haben, durch welche es möglich wird, aus dieser sandartigen Masse gröfsere Stücke zusammenzurollen, ähnlich wie man einen Schneeball durch Hinrollen über feuchten Schnee vergrößern kann. Ehe diese Periode des sogenannten Ballmachens beginnt, wird abermals eine starke Hitze gegeben, theils um die Stabeisenmasse noch geschmeidiger und klebender zu machen, theils aber um die Schlacke, welche noch immer mehr oder weniger mit den Eisenpartikeln gemengt war, zum Ausfliessen zu bringen. Ist dies erreicht, so schreitet der Arbeiter zum Formen der Bälle, welche Operation eine große Uebung erfordert, indem es darauf ankommt, mittelst so einfacher Instrumente, wie eine Eisenstange oder

ein eiserner Rührhaken (eine an ihrem vorderen Ende rechtwinklig gekrümmte Stange), die ganze über die Heerdfläche vertheilte Masse des Eisens, in Zeit von 8—10 Minuten, zu 5—6 ziemlich gleich großen Bällen zusammenzurollen. Durch dieses Hin- und Herbewegen der sich allmählig vergrößernden Bälle ist natürlich wieder Schlacke mit den Eisentheilen vermengt worden. Man schließt daher nochmals die Arbeitsöffnung, giebt neues Feuer und zieht die Essenklappe auf, welche, um zu starken Luftwechsel zu verhüten, während des Ballmachens niedergelassen war, da bei dieser Operation leicht ein Verbrennen des schon hinreichend verkohlten Eisens eintreten könnte. Nach einigen Minuten ist ein Theil jener Schlacke von den Bällen heruntergeschmolzen, und dieselben sind zum Herausnehmen aus dem Ofen und gleich darauf folgenden Aushämmern und Auswalzen fertig. Nur ein Ball auf einmal wird herausgenommen, und erst, wenn die Arbeiten mit diesem beendet sind, kommt ein anderer an die Reihe. In der Zwischenzeit bleibt die Arbeitsthür verschlossen, und man fährt fort, einen hohen Hitzgrad zu unterhalten, so lange sich noch ein Ball im Ofen befindet. Das Herausnehmen eines Balls geschieht vermittelst einer großen Packzange, an einigen Orten Krebs genannt. Der Arbeiter schleppt das damit ergriffene Eisenstück in größter Eile zu einem großen, durch Wasser- oder Dampf-Kraft in Bewegung gesetzten Hammer (in der Regel ein sogenannter Stirnhammer), dessen Gewicht, Kopf und Helm zusammengenommen, zwischen 60 und 80 Centner zu betragen pflegt, und schmiedet es hier zu einem kurzen prismatischen Eisenstabe von 3—4 Z. im Quadrate aus. Diese Operation geschieht so schnell, dass der ausgeschmiedete Eisenstab, Schirbel, noch heiß genug ist, um, mit Hülfe der Präparir-Walzen, in einen dünneren und längeren, entweder quadratischen oder bandförmigen Stab ausgewalzt zu werden. Stäbe der ersteren Art heißen Kolben, die der letzteren Platinen. Die ganze Manipulation, vom Herausnehmen des Balls bis zur Vollendung eines Kolbens oder einer Platine, dauert bei geschickten Arbeitern durchschnittlich nicht länger als $1\frac{1}{2}$ Minute. Sind auf diese Weise sämtliche Bälle ausgeschmiedet (gezängt) und ausgewalzt worden, so ist hiermit der Umwandlungs-Process des Roheisens in Stabeisen beendet. Derselbe dauert, wenn das Roheisen nicht vorgewärmt wurde, 70—75 Minuten bei Anwendung von raffinirtem oder überhaupt weißem kohlenstoffarmen, dagegen $1\frac{3}{4}$ —2 Stunden bei anderem Roheisen. Im ersten Falle beträgt der Eisenabgang ungefähr 10, im letzteren zwischen 15 und 25 Procent. Der Brennmaterial-Aufgang richtet sich nach mancherlei Umständen, und es kann daher nur als ein ungefähres Anhalten dienen, wenn angegeben wird, dass man pro Centner Roheisen 1— $1\frac{1}{2}$ Centner Steinkohlen und bei Holzfeuerung dem Gewichte nach wenigstens dreimal so viel verbraucht.

Die Kolben und Platinen sind noch keine Handelswaare; sie müssen noch mehreren Operationen unterworfen werden, welche nicht bloß zum Zweck haben, ihnen eine brauchbare Form zu geben, sondern auch die Qualität des Eisens zu verbessern. Zuerst zerschneidet man sie vermittelst einer durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzten Scheere zu Stücken von 12—15 Zoll Länge. Von den zerschnittenen Platinen werden mehrere, gewöhnlich 4 Stücke über einander gelegt, und mittelst umgewickelter dünner Eisenstäbe zu einem Paquette verbunden. Sowohl die Kolben, welche zur Anfertigung größerer, als

die Paquete, die zur Anfertigung feinerer Stabeisensorten bestimmt sind, müssen nun einer starken Schweißhitze ausgesetzt werden, um so weit zu erweichen, dass sie zu dem ihnen die Vollendung der Form gebenden Auswalzen geeignet sind. Dieses Erhitzen wird in Schweißöfen vorgenommen. Es sind dies Flammenöfen von ganz ähnlicher Construction wie die Puddelöfen, hauptsächlich nur mit dem Unterschiede, dass sie nie mit einer Fuchsbrücke versehen sind, stets einen vollkommen ebenen, nach dem Fuchse hin ein wenig geneigten Heerd, einen etwas größeren Rost und eine um circa $1\frac{1}{2}$ —2 Zoll niedrigere Feuerbrücke haben. Der Heerd wird am besten aus feuerfesten Thonsteinen hergestellt, welche man auf die eiserne Heerdplatte setzt, und deren Zwischenräume man mit feuerfestem Thon ausstreicht. Sandheerde sind einer schnellen Zerstörung unterworfen. Auf manchen Hüttenwerken sind Puddel- und Schweißöfen einander so ähnlich, dass man, je nach dem Bedarfe, bloß durch Veränderungen am Heerde aus einem Ofen der ersten Art einen der zweiten macht, und *vice versa*. Die ganze Heerdfläche des vollkommen angefeuerten oder noch in fortgesetztem Betriebe stehenden Schweißofens wird mit Paqueten und Kolben belegt, und zwar so, dass zwischen je zweien derselben ein Abstand von etwa 1 Zoll stattfindet, und dass die Längen sämtlicher Eisenstäbe mit der Längsaxe des Ofens parallel laufen, damit die Flamme zwischen ihnen hindurchstreichen und überall eine möglichst gleichförmige Hitze erzeugen kann. Man fängt mit dem Besetzen des Heerdes am Fuchse an, und beendigt es bei der Feuerbrücke. Das Herausnehmen des schweißwarmen Eisens geschieht dagegen in umgekehrter Ordnung, weil die in der Nähe des Fuchses befindlichen Kolben und Paquete einer geringeren Temperatur ausgesetzt sind, und daher desto länger erhitzt werden müssen. Nach Beendigung des Eintragens wird die Arbeitsthür niedergelassen und mit Lehm verstrichen, damit durchaus keine Luft durch die Fugen in den Ofen dringt. Der Arbeiter schürt jetzt, bei völlig offen stehender Essenklappe, sehr fleißig, um eine schnelle und starke Hitze hervorzubringen. Nach Verlauf einer Stunde, vom Verschließen der Arbeitsthür gerechnet, hat die Besetzung des Ofens die erforderliche Vorbereitung erreicht. Während dieser Zeit musste der Rost stets mit einer gewissen Menge Brennmaterial bedeckt seyn, damit keine unverbrannte Luft in den Ofen kommen konnte und das Eisen dadurch nicht theilweise der Verbrennung ausgesetzt war. Das Erhitzen des Eisens im Schweißofen soll nämlich wenig oder gar nicht verändernd auf den Kohlengehalt desselben einwirken, sondern bezweckt nur, nächst der Hervorbringung des schweißwarmen Zustandes, das Ausfließen von Schlackenheilen, welche weder der große Hammer noch die Präparir-Walzen ganz auszupressen vermochten. Die schweißwarmen Eisenstücke, Kolben und Paquete, werden nun, eins nach dem anderen, herausgenommen und zu den bestimmten Dimensionen ausgewalzt. Die Beschreibung des Auswalzens, als einer rein mechanischen Arbeit, würde hier zu weit führen. Der Grund, aus welchem man die Paquete zu feineren Eisensorten bestimmt als die Kolben, liegt darin, dass mehrere übereinander geschweißte Eisenstäbe, welche natürlicher Weise immer eine etwas verschiedenartige Beschaffenheit haben, ein haltbareres, für das Ausrecken zu kleineren Dimensionen mehr geeignetes Material geben als einzelne Stäbe. Der Grund hiervon liegt darin, dass die überein-

andergelegten Eisenstücke beim Auswalzen gänzlich in einander verknüetet werden und den in ihnen noch enthaltenen Schlackentheilen eine bessere Gelegenheit darbieten, von den Walzen ausgepresst zu werden. Schon während des Erhitzens im Schweißofen konnte die flüssige Schlacke einen besseren Ausweg aus den dünneren Platinen als aus den dickeren Kolben finden. — Der ganze Process des Schweißens, inclusive des Auswalzens, dauert kaum länger als 2 Stunden. Der Eisenabgang ist beim Schweißen und Auswalzen von Paqueten, also für Eisen, welches zu schwächeren Dimensionen bestimmt ist, größer als bei dem von Kolben. Dies rührt theils daher, dass die Paquete der stets mehr oder weniger oxydierenden Flamme eine größere Oberfläche darbieten als Kolben, theils aber, wiewohl nur in sehr geringem Mafse, auch daher, dass erstere beim Auswalzen vollständiger von Schlacke befreit werden als letztere. Während der Abgang bei jenen durchschnittlich kaum mehr als 11 Procent erreicht, beträgt er bei diesen 14—17 Procent. Der Brennmaterialverbrauch für 1 Ctr. eingesetzte Kolben und Platinen beläuft sich, bei Anwendung von Steinkohlen, gegen $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ Ctr. und mehr. Holz und sogar Torf sind beim Schweißen sehr gut anwendbar. Letzterer, wenn er, wie erforderlich, zu einer stark flammenden Sorte gehört, gewährt sogar noch den Vortheil, dass die Temperatur im Ofen nicht leicht zu hoch gesteigert werden kann.

Es ist bereits erwähnt worden, dass man sich beim Puddeln anstatt eines festen Brennmaterials auch eines gasförmigen, namentlich aber der Gichtgase eines Hohofens bedienen kann. Unter Gichtgase (s. d.) versteht man die aus der Gicht eines Hohofens entweichenden Gasarten, welche, außer Stickstoff und Kohlensäure, eine mehr oder weniger bedeutende Quantität Kohlenoxyd nebst geringen Mengen Wasserstoff und Kohlenwasserstoff enthalten. Diese letztgenannten brennbaren Gase sind die Ursache der Gichtflamme, indem sie sich, vermöge der hohen Temperatur, welche sie im Schachte erhielten, entzünden, sobald sie die Beschickung durchströmt haben, und mit der atmosphärischen Luft in Berührung treten. Es ist klar, dass die ganze Wärmemenge, welche die Gichtflamme entwickelt, für die Vorbereitung und Zugutemachung der im Hohofenschachte befindlichen Erze gänzlich verloren geht, und man ist daher schon längst darauf bedacht gewesen, diese verloren gehende Wärmemenge auf irgend eine andere Art zu benutzen. Die Erhitzung der Lufterwärmungs-Apparate (s. G ebläseluft, erwärmte) mittelst der Gichtflamme war die erste wesentliche Verbesserung in dieser Hinsicht. Später versuchte man auch die Gichtflamme zum Puddeln zu benutzen, indem man einen Puddelofen auf die Gicht erbaute, und die Gichtflamme unmittelbar auf den Heerd desselben leitete. Die gelungensten Versuche der Art dürften von den Bergräthen Hampe und Leithe auf den Eisenwerken zu Neuberg und Maria Zell in Steyermark angestellt worden seyn. Ehe man aber noch mit dieser Art der Benutzung der Gichtflamme ganz auf dem Reinen war, trat der Bergrath Faber du Faur mit der sehr wichtigen Entdeckung auf, die Gichtgase in unverbranntem Zustande aus dem Schachte eines Hohofens abzuleiten, und dieselben erst bei ihrem Eintritte in einen Puddelofen, mittelst stark erhitzter Gebläseluft, zu entzünden. Die zum Puddeln mit Gichtgasen bestimmten Flammenöfen weichen besonders darin von gewöhnlichen Puddelöfen

ab, dass sie weder einen Rost, noch eine hohe Esse, dagegen aber eine sehr lange Feuerbrücke haben und mit einem Gebläse versehen sind. Das Nähere der Construction eines solchen Ofens und des dazu erforderlichen Gas-Ansammlungs- und Gas-Verbrennungs-Apparates ist unter dem bereits citirten Artikel Gichtgase nachzusehen. Hier möge nur noch so viel erwähnt werden, dass der Process des Puddelns selbst durchaus nicht wesentlich abgeändert wird, ob man sich der Gichtgase oder eines festen Brennmaterials bedient. In neuester Zeit hat man auch angefangen, durch unvollkommene Verbrennung von schlechtem, flammengebendem, aber sonst wenig brauchbarem Brennmaterial, brennbare Gase zu entwickeln und diese statt der Gichtgase zum Puddeln anzuwenden. Da ein Hohofen nicht hinreichend ist, um so viele Puddelöfen und Schweißöfen, als zum Verfrischen seiner ganzen Eisenproduction erforderlich sind, mit Gas zu versorgen, so kann diese eben erwähnte Gaserzeugung für solche Eisenwerke, die hauptsächlich Stabeisen produciren, von bedeutendem Vortheile seyn. — Das in Gas-Puddelöfen erzeugte Stabeisen soll eine ausgezeichnete Qualität besitzen; auch soll der Abgang, welchen sowohl weißes als graues Roheisen in diesen Oefen erleidet, bedeutend geringer ausfallen als in Steinkohlen- oder Holz-Puddelöfen.

3) Stahl.

Der Stahl wird entweder unmittelbar aus den Erzen durch ein *reducirendes Schmelzen*, oder aus dem Roheisen durch einen *Frischprocess*, oder endlich aus dem Stabeisen durch *Cementation* gewonnen. Der mittelst der beiden erstgenannten Methoden erzeugte Stahl heißt *Schmelzstahl*, der andere *Cement- oder Brennstahl*.

Die Gewinnung des Schmelzstahls unmittelbar aus den Erzen geschieht in niedrigen Oefen (Stück- oder Wolfs-Oefen) und in Heerden, beide von derselben Art, wie sie bei der Rennarbeit (s. Stabeisen) angewendet werden. Nur durch gewisse Modificationen im Gange der Arbeit wird in diesen Schmelzvörrichtungen bald Stahl, bald Stabeisen gewonnen, und man hat es sogar nur unvollkommen in der Gewalt, die Erzeugung des einen oder anderen Products mit Gewissheit vorzubestimmen. Diese Art der Stahlgewinnung wird, wegen ihrer großen Unvollkommenheiten und weil dazu nur ungewöhnlich reine Erze angewendet werden können, nur noch an sehr wenigen Orten betrieben, und es würde daher überflüssig seyn, hier auf das nähere Detail derselben einzugehen. Eine wichtigere, auf vielen Eisenhütten im Betriebe stehende Darstellungsart des Stahls ist dagegen die durch Verfrischen von Roheisen. Die hierzu angewendeten Heerde haben in ihrer Construction Vieles mit den Frischheerden gemein. Wesentliche Abweichungen finden sich nur etwa in Folgendem. Anstatt eines Frischbodens von Eisen wendet man meist einen aus Sandsteinplatten an, indem Frischböden der ersteren Art zu sehr der Zerstörung durch Anschweißen des eingeschmolzenen Stahls ausgesetzt seyn sollen. In der Regel legt man 4 gleich große, etwa 2 — 2½ Zoll dicke Sandsteinplatten so neben einander, dass dieselben mit den 4 in der Mitte des Heerdes zusammenstoßenden Ecken ½ Zoll tiefer zu liegen kommen als ihre äußeren Ränder. Die Länge, Breite und Tiefe des Frischraumes eines Stahl-Frischheerdes sind etwa 30 Zoll, 34 Zoll und 5 — 6 Zoll, während diese Dimensionen bei einem gewöhnlichen

Frischheerde durchschnittlich 30 Zoll, 25 Zoll und 8 Zoll betragen. Die Form, welche $\frac{1}{3}$ der Länge des Frischraumes vom Hinterzacken absteht, hat 7—12° Neigung, also etwas mehr als beim Stabeisenfrischen, wo diese Neigung zwischen 6 und 10° variirt. Diese Vorschriften beziehen sich auf die Einrichtung solcher Stahlheerde, in denen, wie es am häufigsten geschieht, graues oder weißes rohschmelzendes Eisen verfrischt wird, nämlich kohlenstoffreicheres Roheisen, welches durch bloßes Niederschmelzen noch nicht völlig zu Stahl umgewandelt werden kann, und daher längere Zeit der Oxydation auf dem Frischboden ausgesetzt werden muss. Wendet man dagegen weißes gaarschmelzendes Roheisen an, d. h. solches, das durch einfaches Einschmelzen von seinem geringeren Kohlenstoffgehalte schon eine hinreichende Menge einbüßt, so hat der Heerd gewöhnlich etwas veränderte Dimensionen. Wesentlicher als diese Veränderung ist es bei solchen Heerden, dass die Form fast horizontal und 8 Zoll über dem Frischboden angebracht ist. Die Abweichungen, welche in dem Feuerbau von Stahlheerden und gewöhnlichen Frischheerden stattfinden, sind alle darauf begründet, dass beim Frischen des Roheisens zu Stahl natürlicher Weise keine so starke Oxydation hervorgebracht werden darf, als beim Frischen des Roheisens zu Stabeisen. Deswegen geschieht auch der erstere Process, wie der praktische Ausdruck dafür lautet, hauptsächlich unter und neben, der andere dagegen über und in dem Winde. Während man bei der Stabeisenerzeugung das einzuschmelzende oder aufgebrochene Eisen stets auf die Kohlen, oberhalb des aus der Form kommenden Windstromes, legt, und es langsam mitten durch diesen niederschmelzen lässt, wird das zur Stahlgewinnung bestimmte Eisen meist in möglichst großer Entfernung von der Form, aber doch dieser gegenüber, dicht bei dem Gichtzacken, und zwar in mehreren kleineren Portionen nach einander, aufgesetzt und schnell zum Einschmelzen gebracht. Eben deswegen, damit das bei dem Gichtzacken aufgesetzte Eisenstück durch eine hinreichend dicke Kohlen-schicht von der Form getrennt werde, ist die Breite der Stahlheerde um einige Zoll größer als die gewöhnlicher Frischheerde. Weniger tief müssen aber erstere aus dem Grunde seyn, dass die Oberfläche des eingeschmolzenen, noch nicht völlig zu Stahl gewordenen Eisens nicht zu weit von der Form entfernt liegen darf, weil sonst eine zu geringe Oxydation hervorgebracht würde. Darum giebt man auch der Form eine größere Neigung, um diese Wirkung auf die Oberfläche der eingeschmolzenen Masse zu begünstigen. Dass bei gaarschmelzendem Roheisen alle diese Vorkehrungen nicht nothwendig, ja sogar nicht zweckmäßig sind, ist leicht einzusehen. Die geringe Menge Kohlenstoff, welche solches Eisen zu verlieren hat, um zu Stahl zu werden, oxydirt sich beinahe völlig während des Einschmelzens, und sobald die geschmolzene oder doch erweichte Eisenmasse den Boden des Frischraumes erreicht hat, soll sie der ferneren Oxydation so viel als möglich entzogen und hauptsächlich nur hinreichend warm erhalten werden, um mit einer neuen Portion später aufgesetzten und zu Stahl gewordenen Eisens zusammenzuschmelzen. Deswegen hat die Form bei dieser Art des Stahlfrischens eine horizontale Lage, und der Frischraum muss etwas tiefer vorgerichtet werden, als wenn man rohschmelzendes Eisen zu Stahl verfrischt.

Der praktische Hergang bei der Schmelzstahl-Bereitung aus roh-

schmelzendem Roheisen ist, der Hauptsache nach, folgender. Ein 24 — 25 Pfd. wiegendes Roheisenstück wird dicht am oberen Ende des Gichtzackens, der Form gegenüber, senkrecht in die Kohlen gestellt. Der Windstrom trifft dasselbe also, wegen der Neigung der Form, nicht unmittelbar, sondern erhitzt es, bei seinem Zurückprallen von dem Gichtzacken, von unten auf. Der schnelle Gebläsewechsel bewirkt ein baldiges Einschmelzen, und nur beim Niedertropfen wird das geschmolzene Eisen auf sehr kurze Zeit der unmittelbaren, aber durch die dazwischen liegenden Kohlen geschwächten, oxydirenden Wirkung des Windstromes ausgesetzt. Dies kann man aber keine Behandlung im, ebenso wenig wie das Erhitzen des oben bei dem Gichtzacken eingesetzten Roheisenstückes eine Behandlung über dem Winde nennen, weil der Aufenthalt des Eisens an diesen Orten nicht, wie es beim Stabeisen-Frischen der Fall ist, durch die Manipulation des Arbeiters verzögert wird. Nach geschehener Einschmelzung untersucht der Arbeiter mittelst einer Brechstange den Aggregat-Zustand der eingeschmolzenen Masse. Zeigt sie sich völlig flüssig, so wird sie umgerührt und eine Quantität Gaarschlacke aufgegeben, wodurch sie bald eine breiige Consistenz erlangt. Sogleich wird mit dem Niederschmelzen eines zweiten, während dieser Operation bereits vorgewärmten Roheisenstückes angefangen, das gewöhnlich größer als das zuerst angewendete ist, und etwa 30 Pfd. wiegt. Durch das Niedergehen der geschmolzenen Masse dieses zweiten Stückes wird das Eisen auf dem Boden des Heerdes wieder flüssiger, und man giebt ihm daher, durch die vorhin angedeuteten Mittel, ebenfalls eine mehr teigartige Consistenz. Jetzt kommt das dritte etwa 40 — 50 Pfd. schwere Eisenstück daran, welches bei verstärktem Gebläsewechsel eingeschmolzen werden muss, um abermals die Eisenmasse auf dem Frischboden zum Flusse zu bringen. Diese fängt nun an, eine gewisse Geschmeidigkeit zu erlangen, schweift sich an die Brechstange, mittelst der das Umrühren bewirkt wird, fest, und die anhaftenden stahlartigen Stücke lassen sich nur schwierig davon trennen. Durch einen sehr verstärkten Gebläsewechsel geräth das noch immer zu viel Kohlenstoff enthaltende Eisen in eine kochende Bewegung, indem sowohl Wind als Gaarschlacke bei dieser hohen Temperatur eine verstärkte oxydirende Wirkung erlangen. Der Arbeiter findet bei dem stets fortgesetzten Rühren, durch die fortschreitende Gaare des Eisens und dessen damit in Verbindung stehender Strengflüssigkeit, endlich einen solchen Widerstand, dass er es einstellt und zum Einschmelzen eines vierten etwa 30 Pfd. schweren Stückes schreitet. Auf dieselbe Weise kommt noch ein fünftes eben so großes, und zuweilen auch noch ein sechstes daran. Nach jedem Einschmelzen wird bis zur eintretenden Steifheit gerührt. Das vierte Roheisenstück wird in der Regel etwas vom Gichtzacken entfernt, näher gegen die Mitte des Frischraumes, das fünfte aber ganz in die Mitte desselben eingesetzt, und das sechste, im Fall ein solches angewendet wird, ebenfalls. Da nämlich das Eisen in der Mitte des Heerdes, wo das Umrühren am ungehindertsten von Statten geht und also eine desto vollkommnere Wirkung hat, leicht zu gaar, d. h. zu stabeisenartig wird, so ist es gut, wenn vorzugsweise dieser mittlere Theil der Masse mit dem roheren Eisen der zuletzt niedergegangenen Schmelzstücke in Berührung kommt. Ist die ganze zu einem Frischen bestimmte, in der Regel $1\frac{1}{2}$ Ctr. betragende Quantität Roheisen eingeschmolzen, so be-

urtheilt der Arbeiter, durch Untersuchung vermittelst der Brechstange, den Zustand des ganzen Stahlkuchens und bestimmt danach, ob der Process als beendet anzusehen oder noch eine Zeitlang mit der Behandlung des Stahls unter der Kohlendecke fortzufahren sey. Ist die Masse ganz hart anzufühlen, was von der Bildung einer stabeisenartigen Kruste herrührt, so kann sie als gaar betrachtet werden. Das Gebläse wird alsdann sogleich abgestellt, der Frischraum über dem Stahlkuchen geräumt und letzterer mit Hülfe von Brechstangen aus dem Heerde gehoben. Noch in glühendem Zustande bringt man ihn unter den Hammer, und giebt ihm hier, durch ein aufgelegtes scharfkantiges Eisen (Setzeisen) 3 bis 4 durch seinen Mittelpunkt gehende, diametrale Einschnitte, durch welche es leicht wird, ihn in 6—8 gleich große Stücke zu theilen. Ein jedes dieser Stücke ist an seinem breiten Ende, welches einen Theil der Peripherie des Kuchens ausmachte, gewöhnlich noch etwas roheisenartig, während es an seiner Spitze, welche im Centrum des Kuchens lag, mitunter aus gutem, mitunter aber auch aus stabeisenartigem Stabe besteht. Wird daher ein solches in seinen verschiedenen Theilen ungleich beschaffenes Stück im schweißwarmen Zustande auf zweckmäßige Art unter dem Hammer behandelt, und darauf zu einem Stabe ausgereckt, so geschieht eine Mengung der in verschiedenem Grade gekohlten Eisentheile und es erfolgt, je nachdem ein richtiges Verhältniss derselben stattfand oder nicht, ein mehr oder weniger guter Stahl. Kohlenaufgang und Eisenverbrauch sind bei diesem Prozesse sehr bedeutend. Ersterer beträgt für 100 Pfd. Rohstahl (in Kuchen) 35—36 Cub.-F. Preuss. Holzkohlen, letzterer 25—33 Procent. — Das Stahlfrischen aus weißem, kohlenstoffarmem, gaarschmelzendem Roheisen geschieht auf ganz ähnliche Art, wie eben beschrieben, und es ist hauptsächlich nur die bereits angedeutete; veränderte Heerdconstruction, welche das einschmelzende, besonders aber das eingeschmolzene stahlartige Eisen vor zu starker Oxydation bewahrt. Gewöhnlich werden bei diesem Prozesse nur 3—4 Roheisenstücke, mit einem Gesamtgewichte von circa $1\frac{1}{2}$ Ctr. nach einander eingeschmolzen, und zu diesem Zwecke nicht lose in die Kohlen gestellt, sondern einzeln in eine Zange gefasst, welche man in den Frischraum nachrückt, in dem Masse als das Eisen abschmelzt. Der Kohlenverbrauch ist bei diesem Stahlfrischen geringer als beim vorigen; er beläuft sich für 100 Pfd. erzeugten Rohstahl nur etwa auf 28 Cub.-F. Der Eisenabgang beträgt 10, höchstens 14 Procent. — Die erste der beiden beschriebenen Stahl-Frischmethoden wird besonders in Nord-, die zweite in Süd-Deutschland angewendet. Wo man im Besitze eines hinreichend reinen Roheisens ist und geübte Arbeiter hat, wird ein sehr brauchbarer Rohstahl auf solche Weise gewonnen werden können. Der Ausfall einer jeden Schmelzstahl-Erzeugung bleibt jedoch stets einer gewissen Unsicherheit unterworfen, wodurch bald ein mehr roheisenartiger, bald ein dem Stabeisen nahe stehender Stahlerhalten wird, eine Unsicherheit, welche aber auch bei der hiernächst zu beschreibenden Stahl-Bereitungsart, der Cementstahl-Gewinnung, mehr oder weniger stattfindet, und sich schwerlich jemals durch irgend ein Mittel ganz heben lassen dürfte.

Die Gewinnung des Cement- oder Brennstahls beruht auf der Thatsache, dass ein in Kohlenpulver eingepacktes und vor starkem Luftzutritte bewahrtes Stabeisenstück, wenn es, sammt dieser

Umhüllung, der Weißglühhitze ausgesetzt wird, nach und nach mehr Kohlenstoff aufnimmt und sich endlich in Stahl verwandelt. War das angewendete Stabeisenstück von großen Dimensionen oder wurde das Glühen nicht hinreichend lange fortgesetzt, so findet man nach dem Erkalten und Zerschlagen desselben nur die seiner Oberfläche am nächsten gelegenen Theile in Stahl oder doch in eine stahlartige Masse umgeändert, während der Kern aus wenig oder gar nicht verändertem Stabeisen besteht, welches letztere man leicht durch seine hellere Nuance von dem dunkleren Stabe unterscheidet. Es beweist dies also, dass das Eisen während dieser Behandlung einen Theil Kohlenstoff aus dem umgebenden Kohlenpulver in sich aufnahm, und zwar zuerst an seiner Oberfläche, nach und nach aber auch an tiefer liegenden Stellen. Dies Phänomen hat auf den ersten Blick etwas Räthselhaftes, weil hier, gegen den alten Spruch: *corpora non agunt nisi soluta*, zwei feste Körper auf einander chemisch gewirkt und sich chemisch mit einander verbunden zu haben scheinen. So ist es aber in der That nicht. Erstens befand sich das Stabeisen, als es weißglühte, in keinem festen, sondern in einem stark erweichten Zustande, und zweitens ist es durchaus nicht bewiesen, dass es Kohlenstoff in fester Gestalt war, welcher unmittelbar auf das Eisen einwirkte. Schon der erste Umstand für sich genügt, um zu zeigen, dass hier wenigstens nicht von zwei festen Körpern die Rede seyn kann; dass derselbe aber sehr wesentlich bei der Cementstahl-Bildung ist, geht daraus hervor, dass man durchaus keinen Stahl erhält, wenn man das erwähnte Experiment in der Rothglühhitze vornimmt, bei welcher Temperatur das Eisen nicht jenen erweichten Zustand besitzt. Ferner aber ist es bekannt, dass thönerne Kasten, in denen die Bereitung des Cementstahls geschieht, keinesweges so dicht sind, dass ihre Wände, namentlich in einer ihre Poren erweiternden starken Glühhitze, nicht Gasarten durchlassen sollten. Als völlig ausgemacht kann es daher betrachtet werden, dass die in Kohlenpulver eingepackten Stabeisenstäbe sich während der Glühhitze fortwährend in einer Atmosphäre von Kohlenoxydgas befinden. Diese Gasart ist es aber, welche die Kohlunng des aus den Erzen reducirten, allein noch nicht geschmolzenen Eisens im Schachte des Hochofens verursacht; warum sollte man derselben also keine gleiche Wirkung auf die weißglühenden Stabeisenstücke im Cementirkasten zutrauen? Das Kohlenoxydgas kommt hier theils mit der Oberfläche des Eisens in Berührung, theils dringt es vielleicht auch bis zu einer gewissen Tiefe in die erweichte und dadurch poröser gewordene Eisenmasse ein. Letzteres braucht man aber gar nicht einmal anzunehmen, denn der ganze Cementations-Process ist schon vollkommen erklärt, sobald man nur nachgewiesen hat, auf welche Weise die äußerste Oberfläche der Stabeisenstücke einen größeren Kohlenstoffgehalt erreicht. Dass sich letzteres nach und nach, durch die Beweglichkeit der Moleküle des erweichten Eisens, auch in's Innere der Masse fortpflanzen muss, ist keinem Zweifel unterworfen. Wahrscheinlich entsteht an der Oberfläche ein höheres Carburet des Eisens, welches, durch die Einwirkung der zunächst darunterliegenden Stabeisenschicht, letztere zu einem niederen, aber mehr Kohlenstoff als gewöhnliches Stabeisen enthaltenden Carburete umändert, während sich die Oberflächenschicht wieder mit Kohlenstoff sättigt, und so fort. Uebrigens braucht es gar nicht gelegnet zu werden, dass an der Stelle, wo ein Stück weiß-

glühende Kohle weißglühendes Stabeisen berührt, eine Verbindung beider Körper vor sich gehen könne; denn, dass ein flüssiger oder doch erweichter und ein fester Körper chemisch auf einander zu wirken vermögen, namentlich wenn große Affinität oder ein hoher Hitzgrad eine solche Einwirkung unterstützt, kann mit mehrfachen Beispielen belegt werden.

Schon aus der Theorie des Cementations-Processes ergibt es sich, dass ein Stück cementirtes Stabeisen fast stets an seiner Oberfläche einen größeren Kohlenstoffgehalt besitzen wird als in seinem Innern; immer braucht dies aber keinesweges der Fall zu seyn. Die Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff durch die Cementation hat nämlich ihre Grenze; setzt man also das Cementiren so lange fort, bis auch der innerste Kern der angewendeten Stabeisenstücke das Maximum des Kohlenstoffgehaltes erreicht hat, so wird man allerdings eine gleichförmige Masse erhalten, die aber nun nicht länger guter Stahl ist, sondern dem Roheisen nahe steht. Diese Masse ist sehr spröde und locker, sieht aber völlig homogen aus; wird sie geschmolzen und darauf langsam erstarren gelassen, so erhält man ein graues Roheisen mit ausgeschiedenen Graphitblättchen. Es würde also durchaus nicht praktisch seyn, den Cementations-Process so lange fortzusetzen, bis jene Gleichartigkeit der Eisenmasse erreicht wäre; nur muss es vermieden werden, dass die cementirten Stücke nicht einen Kern von ganz unverändertem Stabeisen behalten. Wie man solche Stahlstäbe, die einen nach innen zu abnehmenden Kohlenstoffgehalt besitzen, ohne aber einen Stabeisenkern zu haben, in homogenen Stahl umwandelt, davon soll später die Rede seyn.

Zur Gewinnung eines guten Cementstahls ist es vor allen Dingen erforderlich, dass man dazu das möglichst reinste Stabeisen anwendet, weil der Stahl, wie schon bei den Eigenschaften desselben erwähnt wurde, noch empfindlicher gegen alle schädlichen Beimengungen ist, als das Eisen. Ferner darf das Stabeisen nicht zu weich oder, mit anderen Worten, nicht zu kohlenstoffarm seyn, weil nicht allein eine verhältnissmäßig längere Zeit dazu gehört, bis solches Eisen die erforderliche Menge Kohlenstoff in sich aufgenommen hat, sondern weil die Stahlwerdung desselben noch durch den Umstand verzögert wird, dass kohlenstoffarmes Eisen in der Weißglühhitze schwerer erweicht, als kohlenstoffreicheres. Ein hartes, körniges, dabei aber zugleich sehr dehnbares und auf dem Bruche sehniges Stabeisen eignet sich am besten zur Cementstahl-Fabrication. Die Breite und Länge der Stäbe ist ziemlich gleichgültig, und richtet sich nach der Größe der Cementirkasten und anderen localen Verhältnissen; nicht so ist es aber mit der Dicke derselben, welche einen halben Zoll nicht überschreiten sollte, sobald man einen feineren Stahl gewinnen und die Cementation nicht allzu lange fortsetzen will. Nur bei Erzeugung größerer Stahlorten pflegt man Stäbe von $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke anzuwenden. Die herkömmliche Breite der Eisenstäbe beträgt $1\frac{1}{4}$ —2 Z., und hinsichtlich ihrer Länge ist nur zu beobachten, dass dieselbe wenigstens $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{60}$ geringer als die Länge der Cementirkasten im Lichten ist. Da sich nämlich Stahl etwa um $\frac{1}{120}$ seiner Länge in der Glühhitze ausdehnt, so würden längere Stäbe entweder die Cementirkasten zersprengen, oder doch fast die Wände derselben berühren. Die zum Cementiren bestimmte Kohle, in welcher die Stäbe eingepackt werden, darf nicht zu feinem Staube,

sondern nur gröblich gepulvert seyn, widrigenfalls die Cementirung erschwert und der Process verzögert wird. Diese Erfahrung beweist es, dass es durchaus auf keine unmittelbare Berührung des weifsglühenden Eisens mit der Kohle ankommt, denn sonst müsste gerade der entgegengesetzte Fall stattfinden. Staubförmiges Kohlenpulver legt eines Theils der Circulation der Gase, anderen Theils aber der Wärmeleitung zu viel Hindernisse in den Weg. Wollte man sich dagegen ganz grober Kohlenstücke bedienen, so würde eine zu große Gascirculation, Bildung von Kohlensäure und folglich verzögerte Stahlbildung eintreten. In der Regel wendet man nicht reines Kohlenpulver an, sondern ein Gemenge aus diesem mit 10 Procent Asche und 2—3 Procent Kochsalz. Dieser Gebrauch scheint nicht, wie es vielleicht auf den ersten Blick den Anschein hat, ein Ueberbleibsel älteren Kunst-Aberglaubens zu seyn, sondern wirklich seinen guten Grund zu besitzen, wie Erfahrungen der neueren Zeit bewiesen haben. Dass die Kieselerde der Asche auf das Kochsalz wirkt und dadurch eine geringe Chlorentwicklung zu Wege bringt, ist sehr glaubhaft. Die Gegenwart einer geringen Menge von Chlor in den Cementirkasten muss aber wirklich gute Folgen haben. Sehr häufig ist nämlich die Oberfläche der Stabeisenstäbe mit einer zwar dünnen aber dichten Oxydschicht überzogen, welche also durch Einwirkung des Kohlenoxydgases erst reducirt und dann aus dem Zustande des reinen Eisens in den eines Carburets übergeführt werden muss, welches Kohlenstoff genug besitzt, um der darunter liegenden, dünnen Eisenschicht Kohlenstoff abtreten zu können. Zu dieser Operation wird aber Zeit erfordert. Hätte die Oberfläche der Eisenstäbe aus reinem Stabeisen bestanden, so wäre der Zeitpunkt, bei welchem das Eindringen des Kohlenstoffs in das Innere der Eisenmasse geschah, offenbar früher eingetreten. Bei der Entwicklung von Chlor wird nun die Oberfläche der Stäbe sehr wahrscheinlich gebeizt und dadurch von dieser hindernden Schicht befreit, so dass die Stahlbildung sogleich vor sich gehen kann. Eine größere Menge Kochsalz als die angegebene zum Cementirpulver zu setzen, ist jedoch nicht rathsam, weil es scheint, als wenn dadurch kleine Mengen Chlor im Stahle zurückblieben, und denselben zwar härter aber auch spröder und zu gewissen Anwendungen unbrauchbarer machen. Durch die mehrfach hervorgehobene wichtige Rolle, welche die Oberfläche, die äußerste Molecül-Schicht, der Eisenstäbe bei der Cementation spielt, indem sie gewissermaßen die Haupt-Handlungsgeschäfte zur Weiterbeförderung des Kohlenstoffs verrichtet, ist es einleuchtend, dass es viel darauf ankommt, nicht zu stark gerostete Eisenstäbe anzuwenden, selbst auch wenn man Asche und Kochsalz unter das Cementirpulver mischt. Durch Beizen in einer Lauge (wie sie z. B. bei der Verzinnung der Eisenbleche angewendet wird) vorbereitete Eisenstäbe, wenn ihre Darstellung nicht zu viel Kosten verursacht, werden offenbar am zweckmäßigsten seyn, und man könnte dann sicher den Zusatz von Kochsalz ersparen, vielleicht aber auch die Asche weglassen.

Die Öfen, in welchen man die mit Eisenstäben und Cementirpulver gefüllten Kasten erhitzt, sind im Grundrisse länglich viereckig. Von den vier Umfassungs-Mauern wird ein flaches Gewölbe getragen, aus welchem mehrere Zugöffnungen in einen großen Rauchmantel münden, der sich allmählig in einen kurzen Schornstein verjüngt. Durch

die ganze Länge des Ofens, von beiden betreffenden Seitenmauern gleichweit abgehend, läuft ein eiserner Rost in solcher Höhe über der Hüttensohle, dass ein zweckmäsig hoher Aschenfall unter demselben Platz hat. Die Feuer- oder Schür-Gasse über dem Roste ist nach oben entweder ganz offen oder mit einigen, hinreichende Zwischenräume für die Flamme lassenden Bogen aus feuerfesten Steinen überwölbt. Im ersteren Falle stellt man auf jede Seite des Rostes, und zwar auf feuerfeste Unterlagen, einen Cementirkasten, und bewirkt durch zweckmäsig angebrachte Zugöffnungen, dass beide Kasten an allen Seiten von der Flamme umspielt werden. Im zweiten Falle wendet man entweder nur einen Kasten an, den man mitten auf die gemauerten Bogen stellt, oder deren drei, indem man die anderen beiden auf vorhin angegebene Art placirt. Sowohl zwischen den Wänden der Kasten unter sich, als auch zwischen diesen und den Ofenmauern müssen überall hinreichende, einige Zoll breite Abstände seyn. Der Abstand des oberen Kastenes vom Gewölbe des Ofens beträgt gewöhnlich zwei oder mehrere Fulse. Die Dimensionen der Kasten selbst, nach denen sich natürlicher Weise die Dimensionen des Ofens richten, oder *vice versa*, können sehr verschieden seyn, besonders was die Länge betrifft. Man wendet Kasten von 6—16 F. Preufs. Länge, von 26—36 Z. Breite und 28—36 Z. Höhe an, mit einer durchschnittlichen Wanddicke von 2 Z. Dieselben müssen aus sehr feuerfestem, nicht zu fettem Thone mit großer Sorgfalt angefertigt werden. In England bedient man sich hier zu einer gewissen Art plattenförmig spaltbaren Sandsteins. Die Kasten werden leer in den Ofen gebracht, indem man die eine kürzere Seitenwand des Ofens aufbricht. Vorher müssen sie eine solche Brennung erhalten haben, dass sie diesen Transport, ohne Gefahr für ihre Beschädigung, aushalten können. Auf den Boden eines solchen Kastens schüttet man zuerst eine etwa 2 Z. dicke, ebene Schicht von Cementpulver, und vertheilt auf dieser, zwischen solchem Pulver, eine Lage Eisenstäbe auf die Weise, dass sie der Länge des Kastens parallel laufen und auf der hohen Kante stehen. Zugleich müssen die Stäbe unter sich einen Abstand von $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ Z. haben, und sich den Kastenwänden nirgends bis auf mehr als einen Zoll nähern. Auf diese Schicht kommt eine $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Z. starke Lage Cementpulver, dann abermals eine Stab-Schicht, wieder Cementpulver, und so fort, bis nur noch ungefähr 6 Zoll der Kastenhöhe ungefüllt übrig sind, welche man gewöhnlich mit schon gebrauchtem Cementpulver vollschüttet, und darauf den Kasten mit seinem Deckel verschließt. Will man keinen Deckel anwenden, so schüttet man Sand oder gepulverten feuerfesten Thon in hinreichender Dicke auf den gefüllten oder doch fast gefüllten Kasten. Ein jeder Kasten ist an einer seiner kürzeren Seiten mit einer Oeffnung versehen, welche einer ähnlichen Oeffnung in der einen kürzeren Ofenmauer entspricht; beide werden während des Processes verschlossen gehalten und nur dann geöffnet, wenn man sich durch die Herausnahme eines Probestabes von dem Grade überzeugen will, bis zu welchem die Stahlbildung vorgeschritten ist. Das Anfeuern eines besetzten Ofens muss sehr allmählig geschehen, namentlich um das Springen der Thonkasten zu verhindern, was stets einen Verlust von Stahl nach sich zieht, indem zu viel und zu sauerstoffhaltige Gasarten durch den entstandenen Riss eindringen und entweder einen Theil der Eisenstäbe ganz verschlacken oder doch die Stahlbildung sehr erschweren. Nach 2—4

Tagen pflegt der Ofen den zur Cementation erforderlichen Hitzgrad erreicht zu haben. Die fernere Dauer des Brandes richtet sich alsdann ganz nach der Beschaffenheit, welche die von Zeit zu Zeit herausgenommenen Probestäbe zeigen. Bemerket man keinen Kern von unverändertem Stabeisen an denselben, sondern eine feinkörnige, graue Bruchfläche, so wird mit dem Feuern sogleich nachgelassen und bald ganz aufgehört. Alle Oeffnungen, durch welche Luft in den Ofen strömen könnte, werden geschlossen, damit eine sehr allmähige Abkühlung eintritt, welche sowohl das Ofengemäuer als namentlich die Kasten vor dem Springen bewahrt. Die ganze Dauer des Processes richtet sich nach der Gröfse der Oefen, der Art des angewendeten Brennmaterials und nach mancherlei anderen Umständen; sie kann mitunter nicht viel mehr als 4, oft aber auch 10 — 12 Tage betragen. Bei Oefen mittlerer Gröfse, die auf einen Einsatz von 40 — 50 Ctr. Stabeisen berechnet sind, ist eine Woche gewöhnlich vollkommen hinreichend. Solche Oefen scheinen übrigens, in ökonomischer Hinsicht, sich am vortheilhaftesten zu bewähren. Hat sich der Ofen, im Laufe von einigen Tagen, so weit abgekühlt, dass es den Arbeitern möglich wird, hineinzugehen, so wird er an derselben Stelle aufgebrochen, wie früher beim Einsetzen der leeren Kasten, und die Stahlstäbe so wie das Cementpulver werden herausgenommen. Die Stäbe zeigen nun eine völlig blanke mehr oder weniger mit Blasen besetzte Oberfläche; daher der Name *Blasenstahl*. Diese Blasen sind keinesweges eine Folge des eigentlichen Cementirens, sondern die Eisenstäbe würden sich mit denselben auch bedeckt haben, wenn man sie in irgend einer anderen unschmelzbaren, pulverförmigen Masse geglüht hätte, als Kohlen- oder Cementir-Pulver. Sie rühren offenbar von kleinen Quantitäten verschlackten Eisens her, welche sich im Innern des Stabeisens befanden und in der Weißglühhitze oxydirend auf den Kohlenstoffgehalt des letzteren einwirken, wodurch Kohlenoxydgas entwickelt wurde, das sich mit Gewalt einen Ausweg zu erzwingen suchte und dadurch die blasenförmigen Erhöhungen hervorbrachte. Das Gewicht der sämtlichen Stäbe hat, durch ihre Verwandlung in Stahl $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$, im Durchschnitt etwa $\frac{2}{5}$ Procent zugenommen, sobald das angewendete Eisen nicht zu sehr gerostet war. Die Stahlmasse zeigt sich sehr spröde, ohne aber eine entsprechende Härte zu besitzen. Sobald die Stäbe daher keinen Eisenkern besitzen, können sie leicht in Stücke zerschlagen werden. — Die Gewinnung des Cementstahls ist unleugbar ein vollkommenerer, wenn allerdings auch mehr kostspieliger Process als die des Schmelzstahls; nicht allein weil das Material zu ersterer besser ausgesucht werden kann, sondern auch weil man den Gang des Processes mehr in seiner Gewalt hat. Zugleich können die erhaltenen Stahlstäbe einer genauen Sortirung unterworfen werden, durch welche es möglich wird, bei der weiteren Verarbeitung derselben, die passendsten Stücke zusammenzubringen und dadurch die Bildung eines Stahls von gewünschten Eigenschaften zu befördern. — In England wird Cementstahl an einigen Orten auf eine andere Art als die eben beschriebene gewonnen. Man legt Eisenstäbe in große eiserne Röhren, welche inwendig mit einem Ueberzuge von feuerfestem Thon versehen sind, und leitet bei einer starken Glühhitze ölbildendes Gas (Kohlenwasserstoff im Maximum von Kohle) durch diese Röhren, in denen die Eisenstäbe so auf Unterlagen vertheilt sind, dass sie einander nicht berühren und

dem Gase hinreichenden Raum zum Durchströmen lassen. Bekanntlich hat das ölbildende Gas die Eigenschaft, in der Glühhitze decomponirt zu werden, und die Hälfte seines Gehaltes an Kohlenstoff in pulverförmiger Gestalt abzusetzen. Die Cementirung geschieht also hier durch ganz reinen Kohlenstoff, wodurch es glaubhaft wird, dass auf diese Weise ein vorzüglich reiner Stahl erhalten werden kann. Allerdings muss vorausgesetzt werden, dass das ölbildende Gas vollkommen frei von schädlichen Beimengungen sey, namentlich von schwefelhaltigen Gasen. Dies kann aber wohl nur sehr selten oder vielleicht nie der Fall seyn, wenn man dasselbe durch Verkoakung von Steinkohlen erzeugt. Besser ist es daher, wie Vismara vorgeschlagen hat, das Kohlenwasserstoffgas durch Zersetzung von Talg oder anderen Fettarten in der Glühhitze zu entwickeln. Gewiss ließe sich hierzu auch sehr harzreiches Holz, Pech u. s. w. anwenden. Es scheint übrigens nicht, als wollte diese, zuerst von Mac Intosh ausgeführte Gas-Cementirermethode großen Eingang finden, möglicher Weise, weil dieselbe mancherlei Schwierigkeiten in der praktischen Ausführung haben mag und die erforderlichen Kosten nur bei Fabricirung der feinsten Stahlsorten gedeckt werden können. —

Sowohl der Schmelzstahl, in dem Zustande, wie er im Stahl-Frischheerde gewonnen wird, wie auch der aus dem Cementirkasten kommende Cementstahl geben kein Product ab, welches ohne weitere Vorbereitung als Stahl angewendet werden könnte. Beide sind nur ein roher Stahl, Rohstahl, welcher an verschiedenen Stellen seiner Masse eine verschiedenartige, theils bessere, theils schlechtere Beschaffenheit besitzt. Die Aufgabe der Stahl-Raffinirung ist es, den Rohstahl in eine möglichst homogene, fein krystallinische Masse umzuwandeln, welche alle Eigenschaften eines guten Stahls an sich trägt. Zum Theil, aber nicht in hohem Grade, wird dies schon erreicht, wenn der aus dem Frischheerde gehobene Schmelzstahl-Kuchen, auf die früher angegebene Art, in Stücke zerhauen, jedes Stück zweckmäfsig unter dem Hammer behandelt und zu einem Stabe ausgereckt wird; und ebenso verbessert sich die Qualität des rohen Cementstahls, wenn man die einzelnen Stäbe schweißwarm macht und ausschmiedet. Dieses erste Ausschmieden des Rohstahls wird gemeinlich das Plätteln desselben genannt. Die Breite der hierdurch erhaltenen Schienen beträgt meist nicht viel unter $1\frac{1}{2}$ Zoll, ihre Länge ist, als unwesentlich, sehr verschieden, und ihre Dicke sollte so gering als möglich seyn. Die geplätteten, rothglühend vom Hammer kommenden Stäbe werden in Wasser geworfen, durch welche beschleunigte Abkühlung einige in Stücke zerspringen, während andere ganz bleiben. Nun folgt die Operation des Gerbens. Zwischen zwei der gröfseren Stahlstäbe werden so viel kürzere Stücke gelegt, dass das ganze Paquet, die Garbe, eine Dicke erlangt, als wenn man 6 oder 8 ganze Stäbe mit ihren breiten Seiten an einander gefügt hätte; im Falle dass kleinere Stücke mangeln, legt man die genannte Anzahl ganzer Stäbe zusammen. Die Garbe wird mit einer zweckmäfsig hierzu construirten Zange gepackt und auf einem Schmiede- oder Frischheerde zur Schweißhitze gebracht, worauf ein Ausschmieden zu etwa $1\frac{1}{2}$ zölligen Quadratstangen erfolgt. Hierdurch erhält man den einmal raffinirten Stahl. Soll derselbe noch ein oder mehrere Male raffinirt werden, so wird eine solche Stange in der Mitte mit dem Setzeisen überhauen, mit ihren

Enden zusammengebogen und abermals ausgereckt, welcher Process alsdann noch einige Male wiederholt werden kann. Da jedoch jede einzelne Raffinirung nicht allein mit Brennmaterial-Aufgang, sondern auch mit Eisenverbrauch verknüpft ist, und da man zuletzt Gefahr läuft, einen verbrannten, stabeisenartigen Stahl zu erhalten, so ist die oftmalige Wiederholung dieser Operation keinesweges anzurathen. Weit besser thut man, die Plätt-Schienen so dünn als möglich darzustellen, eine gröfsere Menge derselben über einander zu legen, und das Raffiniren nur allenfalls einmal zu wiederholen. So einfach, wie die Darstellung des raffinirten Stahls nach dieser Beschreibung erscheint, ist dieselbe übrigens nicht, indem dazu sehr geübte Arbeiter erfordert werden, welche namentlich eine grofse Fertigkeit besitzen müssen, aus dem Ansehn der Bruchflächen die Beschaffenheit der einzelnen Stahlstücke zu beurtheilen, um sie hiernach zweckmäfsig zu einer Garbe zusammenzulegen. Indem nämlich das Gerben dazu dienen soll, verschiedene Stahlstücke, von denen einige zu weich, andere zu hart, d. h. zu kohlenstoffarm oder zu kohlenstoffreich sind, gewissermassen zusammenzukneten, und dadurch eine mittlere aber gute Beschaffenheit des vereinigten Materials hervorzubringen, so würde dieser Zweck mehr oder weniger verfehlt werden, wenn man die Garben ohne Ueberlegung und Auswahl bilden wollte. Ferner muss das Augenmerk des Arbeiters darauf gerichtet seyn, beim Schweißen der Garben den Stahl so viel als möglich vor zu starkem Abgang oder gar vor Verbrennung zu schützen. Als gutes Hülfsmittel in dieser Hinsicht dient das Bestreuen des Stahls mit fein gepulvertem, gebranntem Thon, der die Bildung einer Schlackendecke verursacht, welche nicht allein Eisen und Kohlenstoff vor dem Verbrennen sichert, sondern auch das Zusammenschweißen der einzelnen Stäbe bedeutend erleichtert.

Anstatt den Rohstahl durch Gerben zu raffiniren, kann die Homogenität seiner Masse auch durch Schmelzung hervorgebracht werden. Solcher Stahl, welcher durch Zusammenschmelzen von Rohstahlstücken erhalten worden ist, heifst Gussstahl. Hauptsächlich pflegt man hierzu den rohen Cementstahl anzuwenden, und es giebt in England viele Stahlfabriken, welche nur Cementstahl bereiten, um ihn zu Gussstahl umzuschmelzen. Es ist nämlich eine Eigenthümlichkeit des Cementstahls, dass sich derselbe weit weniger zum Gerben eignet als der rohe Schmelzstahl, indem sich sein Kohlenstoffgehalt in der Weifsglühhitze bedeutend leichter vermindert als es bei letzterem der Fall ist. Ohne Zweifel ist die Verbindung zwischen Kohle und Eisen im Cementstahl weniger innig als im Schmelzstahl. Das Zusammenschmelzen der zu kleinen Stücken geschlagenen Stahlstäbe ist ein in chemischer Hinsicht sehr einfacher Process, bei welchem es besonders auf einen sehr gut ziehenden Windofen und sehr feuerfeste Tiegel ankommt. Letztere, welche fast nie gröfser angefertigt werden, als dass sie 50 bis 60 Pfd. Preufs. Stahl fassen können, sind entweder die bekannten Graphit-(Ipser-) Tiegel, oder sie werden aus einer Masse angefertigt, welche aus 2 Volumtheilen feuerfestem Thon und 1 Thl. Koakspulver besteht. Anstatt des Koakspulvers kann, noch besser, Graphit angewendet werden. Ein solcher mit Stahlstücken gefüllter Tiegel wird in der Regel in einem Windofen erhitzt, in welchem nur ein Tiegel Platz hat. Die Feuerung geschieht durch Koaks. In England hat man auch Gussstahl-Schmelzöfen, in denen 4 Tiegel zugleich, 2 auf jeder Seite

eines Rostes durch die Flamme von Steinkohlen erhitzt werden. Statt eines Windofens kann man natürlicher Weise einen Gebläseofen anwenden, und zwar den Sefström'schen gewiss am vortheilhaftesten. Die Stahlstücke im Tiegel mit einem Flusse zu bedecken ist nicht nöthig, sobald man den Tiegel gut mit einem Deckel verschließt. Will man aber einen Fluss anwenden, so giebt es hierzu kaum einen besseren und einfacheren als reines, metallfreies Glaspulver, allenfalls mit etwas Borax vermengt. Beim Ausgießen des geschmolzenen Stahls in die eisernen Formen ist eine Flussdecke aber stets hinderlich, und es ist daher am zweckmäßigsten, dieselbe ganz fortzulassen, namentlich wenn man den Stahl in Oefen schmelzt, in denen die Tiegel ganz vom Brennmaterial umgeben sind, also keine Oxydation der Oberfläche des geschmolzenen Stahls zu befürchten steht.

Ein Mittel zur Verbesserung des Gussstahls, über dessen Wirksamkeit aber verschiedene Meinungen herrschen, soll die Legirung desselben mit geringen Quantitäten einiger Metalle seyn. Nach Faraday's und Stoddart's Versuchen soll Stahl, welcher mit 0,2 Procent Silber, 1—2 Pr. Platin (auch Rhodium, Palladium, Osmium und Iridium) oder 1—3 Pr. Chrom legirt ist, sehr vorzügliche Eigenschaften besitzen. Der Platinstahl ist besonders durch seine Eigenschaft ausgezeichnet, dem Rosten in weit geringerem Grade ausgesetzt zu seyn als anderer Stahl. Die anderen legirten Stahlarten sollen eine Härte haben, welche selbst noch die des besten ostindischen Wootz (s. d.) übertrifft; vorzüglich wird der Rhodiumstahl in dieser Hinsicht gerühmt. Der Chromstahl erhält durch Aetzung seiner Oberfläche einen sehr schönen Damast. Karsten bezweifelt, dass das Silber im Silberstahl wirklich chemisch mit dem Stahle verbunden sey, indem es sich, in größerer Quantität als 0,2 Procent zugesetzt, erkennbar beim Erkalten des geschmolzenen Stahls ausscheidet. Mit Platin, Rhodium, Palladium, Osmium und Iridium scheint Stahl dagegen in allen Verhältnissen zusammengeschmolzen werden zu können, und es entstehen dadurch Legirungen, welche gewiss praktische Wichtigkeit erlangen würden, wenn jene Metalle nicht allzu kostbar wären.

Th. S.

Eisen, Bestimmung desselben. Zur quantitativen Bestimmung des Eisens wird dasselbe stets als Oxyd gefällt und gewogen, mag es nun in der zu untersuchenden Substanz schon als Oxyd oder als Oxydul oder Metall enthalten sein. Man sucht zunächst es in Salzsäure oder Schwefelsäure aufgelöst zu erhalten. Enthält die Auflösung noch einen Theil oder alles Eisen als Oxydul, so muss dieses vor der Fällung in Oxyd verwandelt werden, dadurch, dass man die Auflösung zum Sieden erhitzt und nach und nach concentrirte Salpetersäure ihr zusetzt, so lange als noch rothe Dämpfe entweichen und bis die Flüssigkeit eine gelbe Farbe angenommen hat. Ist die Auflösung sehr verdünnt, so ist es vorzuziehen, zur Oxydation des Eisens Chlorgas hineinzuleiten, weil in diesem Falle die Oxydation durch Salpetersäure nur langsam und schwierig bewirkt wird. Nach der vollständigen Oxydation des Eisens wird die Flüssigkeit mit Ammoniak gefällt, welches man in einigem Ueberschuss zusetzt. Der rothbraune voluminöse Niederschlag von Eisenoxydhydrat wird abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet, wobei er stark zusammen schwindet. Nach dem Austrocknen wird er in einem Tiegel geglüht, wobei man im Anfange vorsichtig

und mit aufgelegtem Deckel erhitzt, weil der Niederschlag oft decrepitirt und dadurch leicht Theilchen desselben herausgeworfen werden können. Das Filter wird verbrannt und die Asche desselben zu dem Oxyd in den Tiegel gelegt. Das Glühen geschieht zuletzt bei Luftzutritt, um jeder Reduction des Oxyds durch Kohle vom Filter oder durch das Ammoniak, welches der Niederschlag enthält und welches beim Glühen entweicht, vorzubeugen. Das geglühte Oxyd wird gewogen und aus seinem Gewichte die Menge des Eisens in der Verbindung berechnet.

Wird statt Ammoniak zur Fällung des Eisenoxyds Kali angewendet, so erhält man den Eisengehalt zu groß, weil der Niederschlag chemisch gebundenes Kali enthält. Ist daher das Eisenoxyd, um es von anderen Substanzen zu trennen, durch Kali gefällt worden, so muss es wieder in Salzsäure aufgelöst und daraus durch Ammoniak niedergeschlagen werden.

Zur Trennung von anderen Substanzen wird das Eisen in manchen Fällen als Schwefelverbindung gefällt. Dabei ist es gleichgültig, auf welcher Oxydationsstufe dasselbe sich in der Auflösung befindet. Letztere wird dazu, wenn sie sauer ist, mit Ammoniak neutralisirt und Ammonium-Sulphydrat in schwachem Ueberschusse zugesetzt. Den entstandenen schwarzen Niederschlag von Schwefeleisen lässt man sich absetzen; bleibt dabei die überstehende Flüssigkeit noch grün gefärbt, wie es vorzüglich bei Gegenwart organischer Substanzen der Fall ist, so rührt dieses von fein zertheiltem in der Flüssigkeit suspendirten Schwefeleisen her, welches in diesem Zustande mit durch das Filter geht. Man muss dann vor dem Filtriren die Flüssigkeit, vor Luftzutritt geschützt, längere Zeit gelinde erwärmen, wodurch das Schwefeleisen sich vollständig absetzt (H. Rose). Der Niederschlag wird hierauf rasch und ohne Unterbrechung abfiltrirt und mit Wasser, dem etwas Ammonium-Sulphydrat zugemischt worden, ausgewaschen, weil er an der Luft sich rasch oxydirt. Aus diesem Grunde kann man auch nicht aus seinem Gewichte das des Eisens berechnen. Man bringt ihn daher noch feucht mit dem Filter in ein Becherglas und löst ihn in Salzsäure in gelinder Wärme auf. Die Auflösung wird filtrirt, mit Salpetersäure oder Chlor behandelt, und dann das Eisen durch Ammoniak als Oxyd gefällt. Sehr geringe Mengen von Schwefeleisen kann man indess durch bloßes Glühen im Platintiegel bei Luftzutritt in Oxyd verwandeln.

Um die Oxydationsstufe zu bestimmen, auf der sich das Eisen in einer Verbindung befindet, kann man auf verschiedene Weise verfahren. Ist die Substanz von der Art, dass das darin enthaltene Oxyd des Eisens durch Wasserstoffgas zu Metall reducirt wird, so ist es am einfachsten, eine gewogene Menge desselben in einem Strome trocknen Wasserstoffgases zu erhitzen, so lange bis kein Wasser mehr gebildet wird, das erzeugte Wasser auszutreiben, und den Rückstand, nachdem er im Wasserstoffgase erkaltet ist, zu wägen. Der Gewichtsverlust giebt die Menge des mit dem Eisen verbundenen Sauerstoffs an. In dem Rückstande wird dann der Eisengehalt durch Ausziehen desselben mit Salzsäure, Oxydation der Auflösung und Fällen mit Ammoniak bestimmt. Dieses Verfahren ist auch dann anwendbar, wenn die Verbindung noch andere Oxyde enthält, die durch Wasserstoff reducirt werden, indem man diese ihrer Quantität nach bestimmt, und den in ihnen

enthaltenen Sauerstoff von dem Gewichtsverluste, den die Substanz beim Erhitzen in Wasserstoffgas erlitt, abzieht, worauf der Rest den mit dem Eisen verbundenen Sauerstoff angiebt.

Nach anderen Methoden wird die Menge des Oxyds, oder die des Oxyduls, und zugleich die ganze Menge des in der Verbindung enthaltenen Eisens direct bestimmt, worauf sich der Gehalt an Oxydul oder an Oxyd durch Rechnung ergiebt. Sie setzen voraus, dass aus der Verbindung ohne vorhergehendes Glühen mit Alkali das Eisen durch Säure ausgezogen werden kann. Um einer Oxydation durch den Sauerstoff der Luft vorzubeugen, muss diese Auflösung so viel wie möglich bei Luftabschluss bewirkt werden, am besten in einem Gefäße, aus dem durch hineingeleitete Kohlensäure die Luft ausgetrieben wurde. Zur Bestimmung des Eisenoxyds bedient sich Berzelius des metallischen Silbers, welches, mit der salzsauren Auflösung in Berührung gebracht, das Eisenchlorid zu Chlorür reducirt; dasselbe wird hierzu, um es fein zertheilt zu erhalten, aus salpetersaurem Silber durch metallisches Kupfer gefällt, und zur sichern Entfernung alles Kupfers eine Weile mit einer Lösung von salpetersaurem Silber gekocht. Die Substanz wird in Salzsäure aufgelöst, die klare Flüssigkeit von dem etwa Ungelösten abgossen, letzteres rasch mit ausgekochtem Wasser abgespült, und die sämtliche Flüssigkeit in eine Flasche gegossen, die eine gewogene Menge von dem pulverförmigen metallischen Silber enthält, und von solcher Größe ist, dass sie von der Flüssigkeit fast ganz angefüllt wird. Die Flasche wird verschlossen, und dann in kochendem Wasser unter öfterm Umschütteln so lange erhitzt, bis alles Eisenchlorid zu Chlorür reducirt ist, was man an der Farbe der Flüssigkeit erkennt. Das mit Chlorsilber vermischte Silberpulver wird dann abfiltrirt, ausgewaschen, scharf getrocknet und gewogen. Seine Gewichtszunahme giebt die Quantität des von dem Eisenchlorid aufgenommenen Chlors an, wovon jedes Doppelatom einem Atome Eisenoxyd entspricht. Fuchs wendet zur Bestimmung des Eisenoxyds metallisches Kupfer an, welches sich auf Kosten des Eisenchlorids in Chlorür verwandelt. Die salzsaure Auflösung wird dazu, um das Kupferchlorür aufgelöst zu erhalten, mit vieler freier Salzsäure vermischt, und in einer bedeckten Flasche, die davon fast ganz angefüllt wird, bei 100° mit reinem gewogenen Kupferblech digerirt, so lange bis die Flüssigkeit die Farbe des Eisenchlorürs hat. Das ungelöst gebliebene Kupfer wird dann herausgenommen, abgewaschen, getrocknet und gewogen. Was es an Gewicht verloren hat, rührt von aufgelöstem Kupfer her, wovon 2 At. einem Atome Eisenoxyd entsprechen. H. Rose bestimmt das Eisenoxyd dadurch, dass er das Chlorid durch Schwefelwasserstoff reducirt und den ausgeschiedenen Schwefel wägt. Die salzsaure Auflösung wird dazu mit gesättigtem klarem Schwefelwasserstoffwasser vermischt und die Mischung in einer ganz angefüllten verschlossenen Flasche einige Tage stehen gelassen, worauf man die Flüssigkeit, die noch Schwefelwasserstoff enthalten muss, von dem ausgeschiedenen Schwefel klar abgießt, und letzteren nebst dem Reste der Flüssigkeit möglichst rasch auf ein gewogenes Filter bringt, auf welchem man ihn auswäscht und in gelinder Wärme trocknet. Er wird dann gewogen, und nach dem Wägen verbrannt, wobei oft geringe Mengen von in Salzsäure unlöslichen Substanzen, die die Verbindung enthielt, zurückbleiben, deren Gewicht bestimmt und abgezogen wird. Der Rest giebt

die Menge des ausgeschiedenen Schwefels, welchem für jedes Atom 1 At. Eisenoxyd entspricht.

Zur Bestimmung des Eisenoxyduls wird die Auflösung in Salzsäure mit einer Lösung von Kalium- oder Natrium-Goldchlorid vermischt und die Mischung in einer verschlossenen Flasche einige Zeit ohne Erwärmung stehen gelassen. Das Goldchlorid wird von dem Eisenchlorür reducirt und metallisches Gold ausgeschieden, welches auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, gelinde geglüht und gewogen wird. Für jedes Atom ausgeschiedenen Goldes sind 3 At. Eisenoxydul zu berechnen.

Die beiden Oxyde des Eisens können nach Fuchs auch direct dadurch bestimmt werden, dass man die Auflösung mit kohlensaurem Kalk behandelt, welcher das Eisenoxyd als basisches Salz ausfällt, und das Oxydul gelöst lässt. Die salzsaure Auflösung wird dazu mit überschüssigem kohlensauren Kalk vermischt und die Mischung gelinde, aber nicht bis zum Kochen, erwärmt, worauf man das Gefäß verschließt und das ausgeschiedene Eisenoxyd nebst dem überschüssigen Kalk sich absetzen lässt. Die Flüssigkeit wird dann klar abgossen, der Rest rasch abfiltrirt und der Rückstand auf dem Filter mit ausgekochtem Wasser ausgewaschen, dann letzterer in Salzsäure aufgelöst und aus der Lösung, die zur Austreibung der Kohlensäure vorher erhitzt wird, das Eisenoxyd durch Ammoniak gefällt. Letzteres muss, um eine Beimischung von kohlensaurem Kalk zu vermeiden, rasch und möglichst vor Luftzutritt geschützt, abfiltrirt werden. Die Flüssigkeit, aus der das Eisenoxyd durch Kalk gefällt worden, wird zur Oxydation des Eisenoxyduls mit Salpetersäure oder Chlor behandelt, und dann gleichfalls durch Ammoniak das Eisenoxyd daraus gefällt, aus dessen Gewicht die Menge des Oxyduls berechnet wird.

Bei solchen Substanzen, die nicht in Säuren auflöslich oder dadurch zersetzbar sind, sind alle diese Methoden nicht anwendbar, indem bei einem vorübergehenden Glühen mit Alkali immer ein großer Theil des Eisenoxyduls durch die Luft in Oxyd verwandelt wird. Es fehlt für diesen Fall überhaupt an einem Mittel, die relativen Quantitäten von Eisenoxydul und -Oxyd zu bestimmen, und man bleibt selbst oft in Zweifel darüber, auf welcher Oxydationsstufe sich das Eisen in einer solchen Substanz befindet. Bei der Analyse derselben erhält man den ganzen Eisengehalt als Oxyd, und man nimmt gewöhnlich an, dass es als solches in der Substanz enthalten ist, wenn das Gewicht aller bei der Analyse gefundenen Bestandtheile zusammengenommen das der angewandten Substanz nicht übertrifft, wogegen man aus einem stattfindenden Ueberschusse auf die Gegenwart von Oxydul schließt. Das so erhaltene Resultat wird indess nur dann einigermaßen der Wahrheit nahe kommen, wenn die Analyse sehr sorgfältig ausgeführt wird, und das Eisen zugleich in beträchtlicher Menge in der Substanz enthalten ist.

Da das Eisen aus sauren Auflösungen durch Schwefelwasserstoffgas nicht gefällt wird, so kann es durch dieses Gas von allen dadurch fällbaren Metallen getrennt werden, wobei nur zu beachten, dass die mit Schwefelwasserstoff behandelte Flüssigkeit das Eisen stets als Oxydul enthält, und daher vor der Fällung mit Ammoniak durch Salpetersäure oder Chlor oxydirt werden muss. Von den Alkalien und alkalischen Erden wird das Eisen durch Fällung mit Ammoniak als Oxyd

getrennt. Enthält die Flüssigkeit alkalische Erden, so muss der Niederschlag rasch und möglichst vor dem Zutritt der Luft geschützt, abfiltrirt werden, damit nicht das Ammoniak Kohlensäure aufnimmt, und dadurch kohlensaure Erden, die sich dem Eisenoxyd beimischen, gefällt werden. Die Trennung des Eisens von den eigentlichen Erden, so wie vom Mangan, Nickel, Kobalt und Zink, s. bei diesen Substanzen. Ueber die Trennung des Eisens vom Chrom vergl. S. 267, über die Analyse des Roh- und Stabeisens S. 693. Schn.

Eisen ¹⁾. Zusammensetzung der wichtigsten Verbindungen des Eisens:

	Formel.	Atomgew.	Metall.	Metalloid.
Eisenbromid	Fe_2Br_6	3613,33	18,78	81,22
Eisenbromür	FeBr_2	1317,51	25,75	74,25
Eisenchlorid	Fe_2Cl_6	2006,36	33,81	66,19
Eisenchlorür	FeCl_2	781,86	43,38	56,62
Eisencyanid	Fe_2Cy_6	1668,14	40,67	59,33
Eisencyanür	FeCy_2	669,12	50,69	49,31
Eisenfluorid	Fe_2F_6	1379,89	49,17	50,83
Eisenfluorür	FeF_2	573,01	59,20	40,80
Eisenjodid	Fe_2J_6	5416,91	12,52	87,48
Eisenjodür	FeJ_2	1918,70	17,68	82,32
Eisenoxyd	Fe_2O_3	978,41	69,34	30,66
Eisenoxydul	FeO	439,21	77,23	22,77
Eisenoxydul-Oxyd	$\text{FeO,Fe}_2\text{O}_3$	1417,61	71,78	28,22
Eisensäure	FeO_3	639,21	53,07	46,93
Eisensubsulfuret I.	Fe_8S	2914,81	93,10	6,90
Eisensubsulfuret II.	Fe_2S	879,57	77,13	22,87
Eisensulfuret	FeS	540,37	62,77	37,23
Eisensesquisulfuret	Fe_2S_3	1281,90	52,92	47,08
Eisenbisulfuret	FeS_2	741,54	45,74	54,26

Eisenalaun s. schwefelsaures Eisenoxyd.

Eisenamalgam s. Amalgam Thl. I. S. 274.

Eisenapatit s. Triphyllin.

Eisenäther. Eisenchlorid löst sich in seinem vierfachen Gewichte Aethers. Wird die wässrige Lösung des Eisenchlorids mit Aether geschüttelt, so entzieht dieser die Eisenverbindung dem Wasser und bildet damit eine goldgelbe Lösung. Durch das Sonnenlicht wird sie zersetzt, alles Eisen scheidet sich als krystallinisches Eisenchlorür ab, die Flüssigkeit enthält Aethylchlorür, eine andere Chlorkohlenwasserstoffverbindung und beim Abdampfen hinterlässt sie einen in Aether löslichen, in Wasser, Alkohol und Terpentinöl unlöslichen Rückstand.

¹⁾ Der obigen Tabelle liegt die Zahl 339,21 als Atomgewicht des Eisens zu Grund. Aber Wackenroder hat mit Stromeyer zusammen als Mittel aus vielen Versuchen einen Sauerstoffgehalt von 30,15 Proc. in dem Eisenoxyd gefunden (1826. Pogg. Annal. d. Phys. Bd. VI. S. 471). Als Mittel aus den genauesten dieser Versuche findet er einen Sauerstoffgehalt von 30,028 (Arch. d. Pharm. Bd. XXXV. S. 279 — 285 und Bd. XXXVI. S. 22 — 30 oder Centralblatt 1844 S. 47), wonach das Atomgewicht des Eisens 349,533 seyn müsste.

Die neuesten Versuche über das Atomgewicht des Eisens sind von L. Svanberg und Norlin. Nach ihnen ist es = 349,800.

In der Medicin findet die Mischung mit Alkohol verdünnt schon seit langer Zeit Anwendung. Ihre Composition nach einer höchst umständlichen Vorschrift wurde 1725 von Bestuscheff erfunden und dieselbe als Geheimmittel verkauft, so wie von De Lamotte, der sich durch einen Laboranten Bestuscheff's die Vorschrift dazu verschafft hatte; die Kaiserin Katharina von Russland kaufte das Geheimniss. Klaproth, Bucholz, Tromsdorff vereinfachten die Darstellungsmethode dieser Tinctur, die man früher für goldhaltig hielt und die unter einer Menge von Namen: eisenhaltiger schmerzstillender Spiritus oder Liquor, Bestuscheff's Nerventinctur, de Lamotte's Goldtropfen, *Spirit. sulfurico-aethereus martiatus*, *Liq. anodynus martiatus*, *Tinctura tonico-neroina Bestuscheffi* u. s. w. bekannt ist.

Jetzt bereitet man sie durch Schütteln von gleichen Theilen zerflossenen Eisenchlorid (Eisenöl) und Aether oder durch Lösung von 1 Th. krystallisirten Eisenchlorids in 4 Theilen Aether. Nach dem Absetzen des Ungelösten wird der klare eisenhaltige Aether mit seiner doppelten Menge Alkohol vermischt und in verschlossenen farblosen Gläsern dem Sonnenlichte ausgesetzt, bis sich die Flüssigkeit gänzlich entfärbt hat, was durch die oben angegebene Zersetzung des Aethers und des Chlorids entsteht. Ein Theil des Eisenchlorürs bleibt in dem Alkohol gelöst. An einem dunklen Orte, in nicht vollkommen vor allem Luftzutritt geschützten Gefäßen aufbewahrt, wird er durch Oxydation wieder gelblich. Untauglich zum medicinischen Gebrauche ist er aber, wenn sich ein eisenartiger Absatz gebildet hat und freie Chlorwasserstoffsäure darin enthalten ist. Alkalien müssen daraus Eisenoxydul, nicht braunes Oxydhydrat fällen.

Schn.

Eisenbaum, Glauber's, *Arbor martis Glauberi*. Wenn in eine Lösung von kiesel-saurem Kali ein Stück eines Eisenoxydul- oder Oxydsalzes gelegt wird, so zersetzt sich letzteres, es bildet sich ein gallertartiger Niederschlag, der Eisenoxydul oder Oxyd in Verbindung mit Kieselsäure und Kali enthält, während sich Kohlensäure entwickelt, die in dem Niederschlage eingehüllt bei ihrem langsamen Entweichen diesen röhrenförmig mit sich in die Höhe zieht. Mulder analysirte die Niederschläge, welche sich in dieser baumartigen Form aus Eisenoxydulsalzen gebildet hatten, nach dem vollständigen Auswaschen an der Luft, wodurch das Oxydul in Oxyd umgewandelt war, und drückt die gefundene Zusammensetzung durch die Formel $3\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SiO}_3 + \text{KO}, \text{CO}_2$ aus. Für die mit Eisenchlorid erhaltenen Niederschläge giebt er die Formel $\text{KO}, 2\text{SiO}_3 + 2(\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SiO}_3 + 2\text{KOCO}_2$.

Schn.

Eisenbeizen. Nach der Alaunbeize sind für die Färberei keine Salze wichtiger als die Eisensalze. Sie dienen theils an sich als Farbstoff, theils als eigentliches Beizmittel, wozu sie durch ihre große, selbst die der Thonerde übersteigende Affinität zur Faser, besonders der Baumwolle und des Leinens, und durch die Leichtigkeit ihrer höhern Oxydation vorzüglich geschickt sind. Zu beiderlei Zwecken eignen sich zur Anwendung im Großen von Oxydulsalzen nur der Eisenvitriol und das essigsäure Oxydul, von Oxydsalzen das neutrale schwefelsäure, salpetersäure und essigsäure und der Eisenalaun. Das als Beize Wirksame in all diesen Salzen ist ein basisches Oxydsalz. Werden Zeuge oder Garne mit einem auflöslichen Eisenoxydsalze ge-

tränkt oder bedruckt, so wird durch eigene Affinität der Faser ein Theil desselben in ein saures und in ein basisches Salz geschieden und dieses letztere mit der Faser unlöslich verbunden. So bildet es die Basis, welche im Ausfärben mit den Farbstoffen höchst mannichfaltige helle, braune, graue und schwarze Farben erzeugt. Dabei hängt von der Stärke der Eisenbeize die Tiefe oder das Dunkle der Farbe ab, da das Gewicht der von der Faser aufgenommenen Eisenbasis und die dann im Ausfärben hervorgebrachte Dunkle der Farbe fast gleichen Schrittes steigt mit der Concentration der angewandten Beize, was beides bei der Thonbeize nicht in gleichem Mafse der Fall ist. Vom richtigen Verhältnisse der Menge des Pigments zur Stärke der Beize hängt hauptsächlich die Reinheit der Farbe ab; bei einzelnen Farbstoffen, z. B. dem Krapp, werden durch veränderte quantitative Verhältnisse ganz verschiedene Nüancen hervorgerufen. Wird auch die Eisenbeize nicht in einem Farbstoffe ausgefärbt, sondern durch ein folgendes alkalisches Bad Eisenoxydhydrat auf der Faser niedergeschlagen, so lässt sich auf diesem Wege eine Reihe Farben vom zartesten hellen Nanking bis zu einer dunklen Rostfarbe darstellen. Auch hier wird durch den Concentrationsgrad der Eisenbäder die Tiefe der erzeugten Farbe, durch Anwendung stärkerer oder schwächerer, kohlenaurer oder ätzender Laugen der Ton des niedergeschlagenen Hydrats, ob gelblicher oder röthlicher, bestimmt. Größern Einfluss noch übt der Oxydationsgrad. Gewisse Farben verlangen ein Eisenoxydul, z. B. das feine Blaugrau aus Cochenille. Auch zum Vordruck für Braun, Violet und Schwarz zieht man ein Gemenge von Oxydul und Oxyd den blofs Oxyd enthaltenden Beizen vor. Denn die Farbe an sich zwar ist eine Verbindung des Pigments mit Eisenoxyd und nicht mit Eisenoxydul; es ist aber vortheilhafter, dass das Eisen erst auf dem Zeuge selbst in den höchsten Oxydationszustand übergehe, weil es so mit der Faser sich vollkommener vereinigt. Dagegen ist zur vollkommnern Darstellung der Nanking- und Rostfarben, des Berlinerblau und besonders der Applicationsfarben, z. B. eines satten Schwarz, ein höchst oxydirtes Eisen erforderlich.

Da aber auch aus den Oxydulsalzen sehr leicht, durch bloße Einwirkung der Luft, basische Oxydsalze gebildet werden, da ferner die Säure des Salzes, sowohl wenn eine Rostfarbe erzeugt, als wenn auf das Eisen in einem Pigmente ausgefärbt werden soll, auf die Nüance keinen unmittelbaren Einfluss übt, so könnte es an sich gleichgültig scheinen, welches Eisensalzes man sich bedienen wollte. Aber es treten hier sehr wichtige Nebenumstände ein, welche die Wirkung der Beize wesentlich modificiren und theils für das Gelingen des Ausfärbens, theils für die Conservirung des Fadens sorgfältige Berücksichtigung erheischen. Diese sind hauptsächlich folgende:

1) Aus zwei an Eisen gleich starken Beizen nimmt die darin eingelegte Baumwollen- und Leinenfaser, bei gleicher Säure aus der Oxydlösung mehr auf, als aus der Oxydullösung; bei gleichem Oxydationsgrade aus der Verbindung mit vegetabilischen Säuren weit mehr als aus der mit Mineralsäuren; aus der neutralen mehr, als aus der überschüssige Säure enthaltenden.

2) Bei essigsäuren Beizen wird durch das Trocknen ein Theil der Essigsäure verflüchtigt und somit die Aufhäufung und Befestigung des basischen Oxydsalzes noch bedeutend vermehrt.

3) Wenn aus einem neutralen Eisenoxydsalze durch die Affinität der Faser ein basisches Salz ausgeschieden worden ist, so übt das hiermit zugleich gebildete saure Salz, besonders wenn es eine Mineralsäure enthält, und wenn es zugleich durch Eintrocknen auf der Faser concentrirt wird, einen schädlichen Einfluss auf die Stärke derselben aus (verbrennt sie).

Geschieht das Gleiche mit einem Oxydulsalze, z. B. Eisenvitriol, so wird die Zerstörung noch merkbarer, da die Faser nicht nur die Einwirkung des gebildeten sauren Salzes erleidet, sondern auch die Bildung des Oxyds selbst nicht einzig mittelst der atmosphärischen Luft, sondern wahrscheinlich auch auf Kosten der Faser geschieht. Je rascher die Oxydation vor sich geht, desto mehr greift die Eisenbeize den Faden an; es wird dieses noch befördert, wenn das trocknende Zeug zugleich den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird. Außer diesen beiden bei der Bildung des Eisenoxydsalzes auf dem Faden wirkenden Agentien ist es drittens auch das schon gebildete Oxyd selbst, welches bei großer Anhäufung seiner Masse in den Fasern, die Gewebe zerstört und selbst nach sofortiger Entfernung aller Säure (in dunklen Rostfarben) den Faden spröde und brüchig macht.

4) Ein weiterer Uebelstand, welchem alle auf der Faser zu einer höhern Oxydationsstufe übergehende Beizsalze, vor allen auch die Eisen- und Manganoxydulsalze, unterworfen sind, ist die ungleiche Anhäufung des basischen Oxydsalzes, welche eintritt, wenn das Zeug unangewaschen der atmosphärischen Einwirkung ausgesetzt und dabei stellenweise durch vorschnelles Trocknen, an anderen Stellen durch Anhäufung des in Falten über einander liegenden Zeugs und somit durch mechanische Abhaltung des Luftzutritts und längeres Nasshalten einer gleichförmigen Oxydation entzogen wird.

5) Dieser Uebelstand der Oxydulsalze wird noch vermehrt, wenn krystallisirbare angewendet werden, z. B. Eisenvitriol. Die Neigung dieser Salze, beim Eintrocknen zu krystallisiren, überwiegt die schwache Verwandtschaft der Baumwollenfaser; sie vermag das Salz nicht vollständig zu zersetzen, im folgenden Auswaschen geht alles Unzeretzte nutzlos wieder weg und das stellenweis von Beize entblöfste Zeug wird im Ausfärben scheckig.

Durch diese letzteren Umstände wird ein Zeugdruck, besonders die gleichförmige Darstellung einfarbiger, sogenannter glatter, Böden erschwert, sowohl wenn das Eisen eine Rostfarbe darstellen, als wenn es Beize zum folgenden Ausfärben seyn soll. Man weicht diesen Uebelständen aus, theils durch Sorgfalt im Trocknen der eisenbedruckten Zeuge, theils durch richtige Wahl der Eisenbeizen. Man trocknet langsam, wo möglich in feuchter Luft. Mittelst geeigneter Apparate, in denen das Zeug während des Trocknens über Rollen läuft, setzt man dasselbe einer allseitig gleichförmigen Lufteinwirkung aus. Bei schweren Mustern lässt man das schon trockne Tuch vor dem Ausfärben noch mehrere Tage in feuchter Luft liegen. Hier verflüchtigt sich noch ein Theil der Säure und das Eisen wird höher oxydirt, was man an dem Dunklergelbwerden der aufgedruckten Beize erkennt.

Ein zweites Bedingniss des Gelingens liegt in der richtigen Wahl der Eisenbeizen. Zu leichten Farben kann der Drucker schwefelsaure, zu dunklen und satten Farben, welche große Anhäufung concentrirter Beize erfordern, ebenso aller Orten, wo unmittelbar

getrocknet werden muss (zum Vordruck und Tafelfarben), wird er nur *essigsäure* anwenden; zur Darstellung einfarbiger Grunde und zu Applicationsfarben soll er nur Oxyde nehmen.

Der Eisenvitriol, obschon das wohlfeilste aller Eisensalze, welches zugleich durch seinen krystallisirten Zustand den großen Vortheil hat, dem Färber die Kenntnisse des in seiner Beize enthaltenen Eisenquantums zu erleichtern, findet doch nur sehr beschränkte Anwendung, am meisten in der Wollfärberei; auf Seide und Baumwolle nur für dunkle Rostfarben. Zur Anwendung im Drucke ist er aus oben angegebenen Gründen am wenigsten geeignet.

Das neutrale schwefelsäure und das salpetersäure Oxyd sind jetzt wohlfeil im Handel zu haben, so dass der Färber der Mühe überhoben ist, sie sich selbst darzustellen. Sie sind jedoch immer ungleich im Gehalt. Selbst das in trockner Gestalt im Handel vorkommende schwefelsäure Oxyd hat immer ungleichen Wassergehalt. Hält man sie in flüssiger Form vorrätbig, so lassen sie einen Theil ihres Eisenoxyds fallen. Somit ist immer die Schätzung des in ihnen enthaltenen Eisenquantums für den Färber unsicher; zugleich die Einwirkung des freien sauren Salzes auf den Faden zerstörend. Sie finden ihre Anwendung hauptsächlich in der Garnfärberei und zur Darstellung glatter Böden, wo durch ein unmittelbar folgendes Spühlen in Wasser oder Kleienbädern die überschüssige und saure Beize, oder häufiger noch durch alkalische Bäder alle Säure weggenommen und damit zugleich die erhaltene Rostfarbe erhöht (geschönt) wird. Zum Vordruck und zu Tafeldruckfarben diese Oxydsalze anzuwenden, wie noch häufig geschieht, ist nicht anzurathen; hier wird ihnen in Beziehung auf die Erhöhung der Farbe wenigstens mit gleich gutem Erfolge und in Beziehung auf Conservirung des Zuges mit großem Vortheil *essigsäures Eisenoxyd* substituirt.

Der Eisenalaun ist noch ziemlich theuer und kommt im Handel selten in schönen Krystallen und rein vor, sondern enthält theils basischen Eisenalaun, theils auch Eisenvitriol. Er steht als Beize in Beziehung auf die Säuren dem Eisenvitriol parallel, hat aber vor ihm den Vorzug, ein Oxydsalz zu seyn. Vor den löslichen, schwefelsauren und salpetersauren Oxyden hat er den Vortheil eines gleichmäßigen Eisengehalts und des Mangels freier Säure.

So wie sich die Lösung des Eisenalauns schon im Erwärmen gern in $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{3}$ basisches Doppelsalz zersetzt, so wird dieses Beizesalz auch durch den Einfluss der Baumwolle zerlegt und es bildet sich ganz nach Analogie des Vorgangs bei der Alaunbeize auf der damit imprägnirten Faser in Folge des Trocknens ein unlösliches basisches Doppelsalz, welches im Spühlen nicht vom Faden ablässt. Hingegen ist der Eisenalaun wegen seiner Mineralsäure zum Aufdruck concentrirter Lösungen, besonders auch zu Applicationsfarben nicht geschickt. Er kann also wohl mit Vortheil statt der schwefelsauren und salpetersauren Eisenoxydlösungen gebraucht werden, vermag aber nicht das *essigsäure Oxyd* zu ersetzen.

Zur Darstellung des *essigsäuren Eisenoxyds* trugen sich die Färber mit einer großen Menge Vorschriften, zum Theil Unnützes und Widersinniges enthaltend. In der sogenannten Schwarzküpe wurde ehemals aus Roggenmehl, Getreideschrot, Kleie mit Zusatz von Obstessig, Kochsalz u. s. w. die Essigsäure erzeugt; am Boden befand

sich das Eisen zur Auflösung, und da ein eingehängtes Gitter das Herabsinken der Waare in den Bodensatz hinderte, konnte oben gefärbt werden. Reines essigsaures Eisenoxydul stellt man dar durch Zerlegung aus Eisenvitriol und Bleizucker. Zur directen Darstellung einer starken essigsauren Eisenauflösung ist es am vortheilhaftesten, eine Reihe ziemlich flacher Gefäße anzuwenden, welche so über einander gestellt sind, dass die im obersten aus Eisenstücken und Essig gebildete Auflösung in das zweite, gleichfalls mit Eisen beschickte, aus diesem in das dritte und so fort abgelassen werden kann, so dass aus dem untersten die Auflösung vollkommen gesättigt genommen wird.

Das Eisen bleibt bis zum frischen Aufguss der Luft ausgesetzt, wodurch die Oxydation beschleunigt und eine gesättigtere Eisenbeize erhalten wird. Jetzt benutzt man in den Färbereien wohl nirgends mehr ein anderes essigsaures Eisenoxydul, als das von einmal destillirter Holzsäure bereitete, welches aller Orten im Großen fabricirt und dem Färber wohlfeil und concentrirt genug geliefert wird. Dieses in Färberei und Druckerei ganz unentbehrliche Salz hat alle Vorzüge des reinen essigsauren Eisenoxyduls, leichte Zersetzbarkeit durch die Faser und durch die Pigmente, Unschädlichkeit für den Faden, UnkrySTALLISIRBARKEIT beim Eintrocknen, und dazu noch den Vorzug, dass die damit gemengten Harze und empyreumatischen Oele die Oxydation verzögern. Es erhält sich nicht nur in flüssiger Gestalt besser im oxydulirten Zustande, als reines essigsaures Eisenoxydul, und eignet sich deshalb sehr gut zum Aufdruck auf dem Chassis, sondern auch die damit bedruckten Gewebe sind weniger dem Ungleichwerden ausgesetzt. Zwar ist wegen dieser empyreumatischen Oele das holzsaure Eisen nicht anwendbar zur Darstellung reiner Nanking- und Rostfarben; aber als Beizmittel wird es in der Seiden- und Baumwollfärberei, so wie auch zum Vordruck (für Krapp, Quercitron und Blauholz) fast ausschließlich gebraucht, mit Ausnahme der obenbezeichneten Fälle, wo ein Oxydsalz erforderlich ist.

Statt essigsauren Eisenoxyds verwandte man früher in den Druckereien nur alte, lange der Luft ausgesetzte Oxydullösungen. Da diese aber immer noch viel Oxydul enthielten, um so mehr, da man gewöhnlich noch Eisen darin liegen hatte, um durch seine fortgehende Auflösung das niedergefallene basische Oxyd zu ersetzen, so konnte diese Beize besonders bei Applicationsfarben freilich die gewünschte Wirkung nicht haben, weshalb man dann immer wieder zum salpetersauren Oxyde griff, oder wenn man die verbremende Einwirkung der Säure vermeiden wollte, zum Vordruck auch rothgebrannten Eisenvitriol, mit Wasser auf dem Reibstein fein abgerieben, benutzte. Auch durch die seiner Zeit empfohlene Auflösung des Eisenoxydhydrats in kohlen saurem Kali wollte man nur der zerfressenden Wirkung der Salpetersäure ausweichen und doch ein höchst oxydirtes Eisen sich verschaffen. Alles dieses ersetzt vollkommen das essigsaure Oxyd. Man bereitet dieses in den Druckereien durch Auflösung eines mit Potasche aus Eisenvitriol gefällten, an der Luft ausgebreiteten und roth gewordenen Oxydhydrats in Essigsäure. Auch verwendet man hierzu den Satz aus alten essigsauren Eisenoxydullösungen. Da aber diese Auflösung langsam geschieht, deshalb Vorräthe gehalten werden müssen und aus diesen bei längerem Aufbewahren ein Theil des Eisenoxyds wieder niederfällt, so wird der Drucker am besten thun, sich diese Beize, wie

er sie bedarf, immer frisch zu bereiten durch Tauschverwandtschaft. Hierzu leistet nun der Eisenalaun vortreffliche Dienste. Die schwefelsauren Eisenoxydlösungen sind immer ungleichen Gehalts an Eisen und an Säure; beim Eisenalaun hingegen bedarf es nur einer Wägung und einfachen Rechnung, um eine weder Schwefelsäure noch überschüssigen Bleizucker haltende essigsäure Eisenoxydbeize darzustellen. Der Eisenalaun erheischt zur gänzlichen Zersetzung des darin enthaltenen schwefelsauren Eisenoxyds sein gleiches Gewicht Bleizucker. Aus der Lösung scheidet sich nach einigen Tagen etwas Eisenoxyd ab, dem man durch Zusatz von etwas Essig vorbeugt. Diese Beize, nach Bedarf mit Wasser verdünnt, ist die vorzüglichste zur Darstellung dunkler glatter Böden, zum Vordruck für Berlinerblau und zu den verschiedenen Tafeldruckfarben, zu denen sonst salpetersaures Eisenoxyd verwendet wurde. —

Man giebt in den Druckereien und Färbereien den Eisenbeizen öfters Zusätze verschiedener Art. Chlorcalcium, Chlorzink, Kochsalz u. s. w. sollen als hygroskopische Substanzen auf ein langsames Trocknen einwirken, haben sich aber nicht immer im Ausfärben vortheilhaft gezeigt. Zugesezte Kupfersalze bewirken beim Ausfärben in Blauholz ein satteres Schwarz, in Krapp ein dunkleres Violet. Zugesezte Thonbeize bewirkt eine stärkere Aufhäufung der Eisenbeize und ein leichtes Ausfärben, wirkt jedoch wie natürlich auf die Nuance. Viele andere Zusätze, zu denen man in der Absicht griff, ein höchst oxydirtes Eisen auf dem Gewebe zu fixiren und doch zugleich die schädliche salpetersaure Auflösung zu vermeiden, fallen theils als in sich unnütz, theils als jetzt neben der essigsäuren Eisenbeize unnöthig weg. Zu gleichem Zwecke unterwarf man die aufgedruckten Eisenbeizen öfters einer Schönung. Das beste Mittel hierzu sind sehr verdünnte Bäder von Chlorkalk und besonders Chlornatrium. Arsenige Säure wirkt nicht besser und sollte darum nicht mehr angewandt werden. Chromsaures Kali oxydirt das Eisenoxydul; da aber das dadurch erzeugte Chromoxyd mit dem Eisenoxyd in Verbindung tritt, so nimmt die Farbe zwar eine dunklere aber trübe Farbe an, mehr Lederfarbe als Rostgelb. Alle diese Belebungsmittel des Eisengrundes finden keine Anwendung vor dem Ausfärben in Pigmenten; man würde auf sie nur ein unansehnliches Violet oder Braun aus dem Krapp erhalten; sie sind anwendbar zur Darstellung der Rostfarben, aber auch hier bei gehörigen Eisenbeizen überflüssig.

Als Verdickungsmittel aufzudruckender Eisenbeizen eignet sich am besten Stärkemehl und Stärkegummi. Senegal-Gummi geht selbst eine Verbindung mit Eisenoxyd ein, welche als löslich sich im Spühlen zugleich mit dem Verdickungsmittel wieder vom Faden ablöst.

Die Reinigung der nach dem Druck mit Eisenbeizen getrockneten Zeuge vor dem Ausfärben, welche einerseits die Entfernung des Verdickungsmittels, andererseits das Wegspühlen des sauren Eisensalzes und zugleich die vollkommene Vereinigung des basischen Salzes mit der Faser durch die Hitze zum Zwecke hat, geschieht je nach der Schwere des Musters und nach der erzielten Farbe im Kleien- oder im Kuhmistbade, mit oder ohne Zusatz von Kreide. Auch das in neuerer Zeit in Gebrauch gekommene phosphorsaure Natron thut gute Dienste. Es bildet sich etwas unlösliches phosphorsaures Eisenoxyd, das sich sehr gut mit den Pigmenten verbindet. O-r.

Eisenblau (Glaukosiderit), ist wahrscheinlich nur ein mehr oder weniger verunreinigter, erdiger Vivianit, nämlich phosphorsaures Eisenoxyd-Oxydul, und ein Mineral von neuerer Bildung. Es findet sich in eisenhaltigen Schichten des aufgeschwemmten Landes. *Th. S.*

Eisenblausäure s. Ferrocyanwasserstoffsäure.

Eisenblech. Zu Platten von verschiedener, meist geringer Dicke ausgestrecktes Stabeisen. Das Strecken geschieht entweder unter großen, durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzten Hämmern, oder durch Walzwerke. Die erste, ältere Methode, welche mit einem viel größeren Abgang an Material und Aufwand an Zeit verbunden ist als die zweite, wird nur noch an wenigen Orten ausgeübt, indem sie fast ganz durch die Walzmethode verdrängt worden ist. Zur Fabrikation von dünnen Blechen sind nur die besseren, geschmeidigeren Eisensorten geeignet. Man unterscheidet Schwarzblech und Weißblech. Ersteres ist gewöhnliches Eisenblech, letzteres ein mit einer Zinnhaut überzogenes (s. Verzinnen). *Th. S.*

Eisenblüthe. Der sehr uneigentliche Name einer Varietät des faserigen Arragonits (s. d.). Das Mineral kommt korallen-, stauden- und drahtförmig vor, und scheint ein Product der Verwitterung des Spatheisensteins zu seyn. Von vorzüglicher Schönheit der Form und Weifse der Farbe findet es sich in Steyermark (Eisenerz) und Kärnthen (Hüttenberg). *Th. S.*

Eisenbromid, *Brometum ferricum*, Fe_2Br_6 . Wird erhalten durch Hinüberleiten von überschüssigen Bromdämpfen über glühendes Eisen; das anfangs gebildete Bromür verwandelt sich in Bromid, welches in dunkelrothen Krystallen sublimirt. Es schmilzt leicht, lässt sich sublimiren, zerfällt dabei aber leicht theilweise in Bromür und freies Brom (Löwig). Es löst sich in Wasser, Alkohol und Aether; zerfließt an feuchter Luft. Auch durch Digestion von Eisenfeile mit Brom im Ueberschuss und Wasser oder durch Lösung von Eisenoxydhydrat in Bromwasserstoffsäure kann es dargestellt werden, aber beim Verdampfen verliert die Lösung Bromwasserstoffsäure und basisches Bromid scheidet sich aus. Beim trocknen Erhitzen zerfällt dies in Eisenoxyd und Bromid (Löwig).

Ammonium-Eisenbromid. Bei dem Verdunsten einer Lösung, welche 3 Thle. Bromammonium und 1 Thl. Eisenbromid enthält, erhält man hellrothe Nadeln, die 1,7 Procent Eisen enthalten (Löwig). *Schn.*

Eisenbromür, *Brometum ferrosus*, FeBr_2 . Es wird erhalten bei der Behandlung von überschüssigem Eisen mit Brom entweder in fester Form, indem man über schwach glühendes Eisen Bromdämpfe streichen lässt, oder im aufgelösten Zustande durch Digestion von überschüssiger Eisenfeile mit Brom und Wasser. Ferner erhält man es nach Löwig durch Erhitzen von Bromammonium mit Eisenfeile, wo Ammoniak und Wasserstoffgas entweichen. Es ist ziemlich schwer schmelzbar, gelblich, blättrig, krystallinisch. Beim Luftzutritt erhitzt sublimirt Eisenbromid und Eisenoxyd bleibt als Rückstand. — Auch durch Lösen von Eisen in Bromwasserstoffsäure, Abdampfen der blaugrünen Lösung beim Ausschluss der Luft erhält man ein Salz in rhombischen Tafeln, welche nach der Formel $\text{FeBr}_2 + 6$

H₂O zusammengesetzt gefunden wurden. Beim Abdampfen der Lösung beim Luftzutritt zersetzt sie sich und basisches Eisenbromid schlägt sich daraus nieder (Löwig). *Schn.*

Eisenchlorid, *Chloretum ferricum*, *Ferrum sesquichloratum*, Anderthalb-Chloreisen, Chloreisen im Maximum, Eisenblumen, Fe₂ Cl₆.

Wird eine Stahlfeder, an die man unten etwas brennenden Schwamm befestigt hat, in ein mit Chlorgas gefülltes Glas getaucht, so verbrennt sie unter Erzeugung rother Dämpfe, welche Eisenchlorid sind und sich beim Erkalten in rothschwarzen Flitterchen an die Wände des Gefäßes anlegen. Zweckmäßig stellt man das wasserfreie Eisenchlorid dar, indem man eine weite rechtwinklich gebogene Glasröhre, mit Eisendraht oder -Blech in dem horizontalstehenden Theile angefüllt, gelinde erwärmt und einen Strom von trockenem Chlorgas hindurchleitet. Das Eisen erglüht hierbei lebhaft und verwandelt sich zuerst in Chlorür, welches mit mehr Chlor in flüchtiges Chlorid übergeht. Oft bemerkt man dabei kleine das Eisen umgebende Flammen, welche von dampfförmigem Chlorür, indem es sich zu Chlorid mit dem neu hinzukommenden Chlor vereinigt, herrühren. Der größte Theil des Chlorids gebiegt sich schon von selbst durch den abwärts gebogenen Theil der Glasröhre in das Gefäß, in welches man diesentauchen lässt, und setzt sich an die kalten Wände jenes in dunkel rothbraunen, mit Regenbogenfarben spielenden Blättchen ab, oder kann doch durch gelindes Erwärmen des Glasrohrs bei fortwährendem Chlorgasstrom leicht in das Gefäß getrieben und verdichtet werden. Auch erhält man leicht große Mengen wasserfreien Chlorids, wenn Chlorür, durch Erhitzen von feiner Eisenfeile mit Salmiak erhalten, in einem Kolben, in den man trockenes Chlorgas leitet, gelinde erhitzt wird, wobei es sich in krystallisirtes, wasserfreies Chlorid verwandelt. Nach Oenicke erhält man durch Erhitzen von schwefelsaurem Eisenoxyd mit Kochsalz kein Eisenchlorid, wie früher behauptet worden, wohl aber wird es gebildet in reichlicher Menge, wenn krystallisirter Eisenvitriol mit Kochsalz zum Glühen erhitzt wird. Es besitzt einen herben Eisengeschmack, sublimirt sich bei einer den Kochpunkt des Wassers wenig übersteigenden Hitze. Mit Sauerstoff oder Luft gemengt, zerfällt es bei Hindurchleitung durch ein glühendes Rohr in Oxyd und Chlor, mit Wasserdampf bildet es unter denselben Umständen Chlorwasserstoffsäure und Eisenoxyd, welches letztere sich dabei krystallinisch abscheidet (Gay-Lussac). In Wasser, Alkohol und Aether ist es leicht löslich und es zerfließt durch Wasseranziehen an feuchter Luft sehr schnell.

Das wasserhaltige Chlorid lässt sich auf vielerlei Weise leicht darstellen, indem man entweder Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat in wässriger Salzsäure löst. Hierzu wendet man nach Mohr zweckmäßig feinpulverisirten Blutstein (*Lapis Hämatites*) an, der ziemlich reines Eisenoxyd ist, und digerirt mit überschüssiger Salzsäure, kocht zuletzt, und verdampft die überschüssige Säure; oder man löst Schmiedeeisen in Salzsäure bis zur vollständigen Sättigung und leitet Chlor durch die Lösung, bis sie darnach riecht und durch Alkalien rein braunroth gefällt wird. Oder man löst in einer bekannten Menge Salzsäure soviel Eisen als möglich, setzt dann noch halbmal soviel Salzsäure zu und dann allmählig zu der erhitzten Flüssigkeit so lange Salpetersäure, als noch rothe Dämpfe entweichen. Man muss hierbei ein geräumiges Gefäß an-

wenden, da sehr oft plötzlich die Gasentwicklung sehr lebhaft sich einstellt; war in diesem Augenblick hinreichend Salpetersäure vorhanden, so ist alles Eisen vollständig oxydirt. Diese Lösungen sind braungelb von Farbe. Man dampft sie in einer Schale unter beständigem Rühren bei gelinder Hitze ab, am besten aber in einer gläsernen Retorte bis zu dem Punkte, wo ein Tropfen derselben, auf eine kalte Fläche getropft, erstarrt. Man gießt nun die noch flüssige Masse in etwas erwärmte Medicingläser, worin sie erstarrt und aufbewahrt wird. Soll sie dann in Substanz und nicht in Lösung verwandt werden, so muss man die Gläser in kochendes Wasser stellen, worin die schon bei 28° schmelzende Masse flüssig wird und ausgegossen werden kann. Der Grund, weshalb man besser in einer Retorte abdampft, ist, dass hier der Luftzutritt sehr gehindert ist und weniger basisches Chlorid gebildet wird, als beim Abdampfen in flachen Schalen. Diese Masse zieht an der Luft rasch Feuchtigkeit an und man erhält daraus dann bisweilen orangegelbe, tafelförmige Krystalle, die 10—12 At. Wasser enthalten. Werden diese Krystalle, die sich ebenfalls bilden, wenn man die Eisenchloridlösung nur bis zur Syrupsconsistenz, aber so, dass sie beim Erkalten noch nicht erstarrt, abdampft und an einer kühlen Stelle vor dem Luftzutritt geschützt, Monate lang stehen lässt (M o h r), unter eine Glasglocke mit concentrirter Schwefelsäure gebracht, so verlieren sie einen Theil ihres Wassers, schmelzen in dem übrigen und aus der dicken Flüssigkeit setzen sich dunkelrothe Krystalle mit 5 At. Wassergehalt ab, die bei 42° schmelzen und an der Luft schnell feucht werden. Dieselbe Verbindung erhält man durch Schmelzen des wasserhaltigen Eisenchlorids und Versetzen mit einer geringen Menge concentrirter Salzsäure. Werden die beiderlei Krystalle mit verschiedenem Wassergehalte zusammen in einem Glase geschüttelt, so werden sie flüssig. Beide krystallisiren nur aus sehr concentrirten Flüssigkeiten (F r i t z s c h e). Die gelben Krystalle sollen sich nach Winkler beim Aufbewahren selbst in vollkommen verschlossenen Gefäßen bisweilen in die rothen verwandeln und dann von einer verdünnteren Eisenchloridlösung umgeben seyn.

Beim Verdampfen der wässerigen Eisenchloridlösung geht mit dem Wasser stets etwas Salzsäure und etwas Eisenchlorid über, und Oxyd mit Chlorid zu basischem Salze verbunden, bleibt mit der beim Erkalten erstarrenden Salzmasse gemengt zurück; bei nachheriger Lösung in Wasser wird es nicht mit aufgelöst. Diese Zersetzung findet um so rascher Statt, bei je höherer Temperatur die Flüssigkeit concentrirt war und je mehr die Luft Zutritt hatte, denn schon beim Aussetzen des Chlorids an die Luft bildet sich bei gewöhnlicher Temperatur stets basisches Salz. Wird die erstarrte Chloridmasse geschmolzen, so geht nebst dem Krystallwasser und etwas Chlorid ein Theil Salzsäure weg, es bildet sich mehr Oxyd. Bei gesteigerter Temperatur sublimirt das neutrale wasserfreie Chlorid und ein höchst basisches Oxydsalz bleibt zurück.

Das zerflossene wasserhaltige Eisenchlorid ist als *Liq. ferri muriat. oxydat.* officinell und wird auch Eisenöl, *Oleum Martis*, *Liq. stipticus Lofi* genannt; es hat ein spec. Gewicht von 1,5. Es dient zur Bereitung des Eisenäthers (s. d.) und zur Bereitung des Eisenoxyds. Durch Schwefelwasserstoff wird in der Kälte unter Entwicklung von Salzsäure und Fällung von Schwefel das Chlorid in Chlorür verwandelt. Ist die

Flüssigkeit erhitzt während des Hineinleitens, so wird gleichzeitig Schwefelsäure gebildet (H. Rose). Auch manche organische Körper üben eine ähnliche Wirkung auf das Chlorid, Wasser wird zerlegt, Salzsäure gebildet und der organische Körper oxydirt.

Eisenchlorid, basisches bildet sich, wie schon bemerkt, beim Verdampfen und bei der Einwirkung der Luft auf neutrale Chloridlösung, außerdem, wenn metallisches Eisen in Kochsalzlösung liegt oder damit gekocht wird (A. Unger). Ein rostgelbes Pulver, welches in der Glühhitze in Oxyd und sublimirendes Chlorid zerlegt wird. Durch Versetzen von Chloridlösung mit unzureichendem Alkali wird ebenfalls ein unlösliches basisches Chlorid erhalten. Eine lösliche basische Verbindung erhält man dagegen, wenn überschüssiges frischgefälltes Oxydhydrat so lange mit Chloridlösung versetzt wird, als sich etwas davon löst. Es entsteht hierdurch eine dunkelrothe, im concentrirten Zustande fast undurchsichtige Flüssigkeit, die durch Kochen nicht gefällt wird, augenblicklich aber, wenn ein Salz darin gelöst oder auch nur etwas Salzsäure zugesetzt wird, indem sich basisches Chlorid abscheidet. Durch Eintrocknen wird jene lösliche Verbindung unlöslich, nach Phillipps soll sie aus $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + 4 \text{Fe}_2\text{O}_3$ bestehen. *Schn.*

Eisenchloriddoppelsalze. Wird Eisenchlorid im Ueberschuss mit Chlorkalium gemengt und unter eine Glocke mit Schwefelsäure gestellt, so schiefsen gelbrothe hemiprismatische Krystalle an, die nach der Formel $2 \text{K Cl}_2 + \text{Fe}_2 \text{Cl}_6 + 2 \text{aq.}$ zusammengesetzt sind; durch Wasser werden sie augenblicklich zerlegt. Unter gleichen Verhältnissen bildet Salmiak mit dem Eisenchlorid analog zusammengesetzte Krystalle, die auch leicht von Wasser zersetzt werden, aber dennoch können kleine Mengen von Eisenchlorid in allen Verhältnissen mit Salmiak krystallisiren (s. Eisensalmiak).

Wasserfreies Eisenchlorid absorbirt Ammoniakgas und verwandelt sich in eine rothe Masse, die 9,66 Procent Ammoniak enthält, nach der Formel $\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + \text{N}_2\text{H}_6$ zusammengesetzt ist und beim Erhitzen sich zerlegt, wobei ein neutrales Doppelsalz sublimirt und Eisenchlorür zurückbleibt. *Schn.*

Eisenchlorür, *Chloretum ferrosum, Ferrum chloratum.* Einfach-Chloreisen, Chloreisen im Minimum. FeCl_2 .

Das wasserfreie Eisenchlorür erhält man, wenn über schwach glühendes Eisen trockenes Chlorwasserstoffgas geleitet wird. Der Wasserstoff entweicht und auf dem Eisen setzt sich das Chlorür in kleinen, weissen, cubischen Krystallen ab, die bei stärkerer Glühhitze sublimirt werden. Auch aus einem Gemenge von feiner Eisenfeile mit Chlorammonium im Ueberschuss in einem Glaskolben oder Medicinglase, das, in einen mit Sand gefüllten Tiegel eingesetzt, bis zum anfangenden Glühen erhitzt wird, kann es, indem Wasserstoff, Ammoniak, und der Ueberschuss des Salmiaks weggehen, als weisse, aus zarten Blättchen bestehende Masse rein erhalten werden. Wird Chlor über überschüssiges Eisen geleitet, so bildet sich allerdings auch Eisenchlorür, doch ist dabei nicht zu vermeiden, dass an den Stellen, wo mehr Chlor mit dem Eisen in Berührung kommt, sich Eisenchlorid bilde.

Bei der Rothglühhitze schmilzt das Chlorür, in noch höherer Temperatur und bei vollständigem Luftabschluss sublimirt es sich in glänzenden weissen Blättchen. Beim Zutritt der Luft zerlegt es sich in Chlorid,

welches viel flüchtiger ist, und in zurückbleibendes Oxyd. Wird Wasserdampf in der Glühhitze darüber geleitet, so bildet sich Salzsäure, freies Wasserstoffgas und Oxydoxydul bleibt zurück (Gay-Lussac). In Wasser wie in Weingeist ist es leicht löslich.

Diese Lösung lässt sich weit einfacher darstellen durch Auflösen von Schmiedeeisen in concentrirter, wässriger Salzsäure. Es entwickelt sich Wasserstoff mit großer Heftigkeit und man bewirkt die vollständige Bindung der Säure durch Kochen mit überschüssigem Metall. Die Lösung ist blauschwarzgrün, hat einen herben Eisengeschmack, setzt beim Erkalten kleine grasgrüne, bei 50° verwitternde tafelförmige oder säulenförmige rhomboëdrische Krystalle ab, die man rasch zwischen Fließpapier abpresst und bei ungefähr 30° trocknet. Sie enthalten 4 At. (36 Procent) Wasser, die bei Luftabschluss in höherer Temperatur ausgetrieben werden können; es bleibt dann wasserfreies Chlorür als weißer oder grünliche Salzmasse zurück. Hat die Luft hierbei Zutritt, so bildet sich Chlorid, welches sich größtentheils mit dem Wasser verflüchtigt und ein basisches dunkelgrünes, blättriges Salz bleibt zurück, das sich mit Hinterlassung von Oxyd in Wasser löst. Nach der preussischen Pharmacopöe wird durch Verdampfen (am besten durch rasches Abdestilliren des Wassers in einer Retorte) aus der Lösung des Eisens in Salzsäure das *Ferrum muriaticum oxydulatum* dargestellt. Es enthält meist etwas Chlorid, welches bei der Lösung z. Th. als basisches Chlorid ungelöst zurückbleibt. In seinem achtfachen Gewichte Weingeist gelöst, stellt dieses Salz die officinelle Eisentinctur, *Tinct. Ferri muriatici s. salita* dar.

An der Luft zieht das Eisenchlorür Wasser an und zerfließt, nimmt aber dabei noch rascher als Eisenvitriol Sauerstoff auf, es setzt sich rostgelbes basisches Chlorid ab und neutrales Chlorid findet sich in der Lösung.

Stickoxydgas wird von Eisenchlorürlösung mit braunschwarzer Farbe absorbiert, 100 Thle. Chlorür vermögen 10,7 Thle. Stickoxyd aufzunehmen, was der Formel $2 \text{FeCl}_2 + \text{NO}$ entspricht. In fester Form ist diese Verbindung nicht bekannt.

Wird eine concentrirte Lösung von Eisenchlorür mit einer ebenfalls concentrirten Lösung von Chlorkalium warm vermischt oder diese Lösung bei sehr gelinder Temperatur verdampft, so erhält man blauschwarze wasserhaltige Krystalle, welche ein Atom jedes Salzes enthalten, also nach der Formel $\text{KCl}_2 + \text{FeCl}_2$ zusammengesetzt sind.

Die entsprechende Verbindung von Chlorammonium mit Eisenchlorür erhält man entweder auf dieselbe Weise oder durch anhaltendes Kochen von Eisenfeile mit concentrirter Salmiaklösung; es entwickeln hierbei Wasserstoff und Ammoniak mit den Wasserdämpfen. Wird Ammoniakgas über das trockene Eisenchlorür geleitet, so verbindet es sich auch hiermit direct, das Salz schwillt dabei auf und zerfällt zu einem weißen Pulver, das aus der Luft Wasser und Sauerstoff anzieht und sich in ein Gemenge von basischem Eisenchlorid und Ammonium-Eisenchlorid verwandelt. Andere Chlorür-Doppelsalze sind nicht untersucht.

Schn.

Eisencyanid. Diese Verbindung ist im reinen Zustande nicht bekannt. Bei der Fällung von Ferridcyankalium durch Kiesel-Eisenfluorid erhält man eine dunkelbraune Lösung, die sich beim Abdampfen

zerlegt, blau wird und Berlinerblau hinterlässt. Ueber ihre Doppelverbindungen s. Ferridcyanverbindungen. *Schn.*

Eisencyanür, Cyaneisen, blausaures Eisenoxydul scheint ebenfalls im reinen Zustande nicht darstellbar. Wird ein Eisenoxydulsalz mit Cyankalium versetzt, so entsteht ein voluminöser rothgelber Niederschlag, der im Ueberschuss des Fällungsmittels sich mit gelber Farbe löst und Ferrocyankalium bildet (s. d.). Wird Ferrocyanammonium vorsichtig erhitzt, so erhält man ein in Wasser unlösliches, an der Luft unveränderliches, gelbliches Pulver, indem Wasser und Cyanammonium sich verflüchtigen; aber es ist seine Zusammensetzung nicht mit Bestimmtheit bekannt. Nach Robiquet soll man es in kleinen gelblichen Krystallen erhalten, wenn Berlinerblau mit Schwefelwasserstoffwasser übergossen und bei Ausschluss der Luft einige Zeit stehen gelassen wird. Das blaue Pulver wird weiß und allmählig sollen sich kleine Krystalle ausscheiden, welche sich an der Luft aber schnell blau färben. Berzelius ist es nicht gelungen, sie darzustellen. Diese Verbindung ist, gleich der vorhergehenden, besonders durch ihre Doppelverbindungen interessant, s. Ferrocyanverbindungen.

Schn.

Eisencyanür-Cyanid. Siehe Berlinerblau, Thl. I. Seite 752. Man erhält nach Pelouze eine nach der Formel $\text{FeCy}_2 + \text{Fe}_2\text{Cy}_6 + 4 \text{aq.}$ zusammengesetzte Verbindung durch Behandeln einer kochenden Lösung von Ferro- oder Ferridcyankalium mit überschüssigem Chlorgas, wodurch ein grünes Pulver gefällt wird, welches mit 8—10mal soviel concentrirter Salzsäure gekocht wird, um Eisenoxyd und Berlinerblau aufzulösen, worauf man es schnell auswäscht und im luftleeren Raume trocknet. Beim Erhitzen bis zu 180° verliert es Cyan, etwas Blausäure und Wasser und wird röthlichblau. Kalilauge zerlegt es in Eisenoxyd und Ferro- und Ferridcyankalium. *Schn.*

Eisenerde, blaue, s. Eisenblau.

Eisenerze. In der ausgedehntesten (theoretischen) Bedeutung kann man hierunter alle diejenigen Mineralien verstehen, welche Eisen als einen ihrer Bestandtheile enthalten. Der Techniker dagegen nennt nur diejenigen eisenhaltigen Mineralien »Eisenerze«, aus denen Eisen mit Vortheil gewonnen werden kann, d. h. welche keine solche Menge oder Art von anderen Bestandtheilen bei sich führen, dass dadurch einerseits die Gewinnung des Eisens im Großen ökonomisch unmöglich, andererseits ein unbrauchbares, verunreinigtes Product erhalten wird. Durch diese Bedingungen wird der Kreis der eisenhaltigen Mineralien, von denen hier die Rede seyn kann, sehr beschränkt, und es lassen sich zu den Eisenerzen nur hauptsächlich rechnen: 1) Magneteisenstein (72 Proc. Eisen) 2) Eisenglanz (70 Proc. E.) 3) Rotheisenstein (70 Proc. E.) 4) Brauneisenstein (50—60 Proc. E.) 5) Raseneisenstein (40—50 Proc. E.) und Spattheisenstein (45 Proc. E.). In hüttenmännischer Beziehung kann man die Eisenerze in leicht und schwer schmelzbare, oder besser, in leicht und schwer reducirbare eintheilen. Die ersteren sind solche, welche bei der dem Schmelzprocesse vorhergehenden Röstung einen mehr oder weniger porösen Zustand erhalten, der es den reducirenden Gasarten im Hohofen möglich macht, die Reduction und Schmelzung schnell herbei zu führen. Zu diesen gehören: Brauneisenstein, Raseneisenstein und Spattheisenstein. Bei den beiden ersteren bewirkt die bei höherer Temperatur eintretende Ent-

weichung des Wassers, und bei dem letztern die der Kohlensäure den porösen Zustand. Eisenglanz, Magneteisenstein und Rotheisenstein sind dagegen schwer reducirbare Erze, weil sie beim Rösten (in Stücken) nur wenig verändert, und nur allenfalls mürbe gebrannt werden, d. h. durch die Hitze Sprünge bekommen, welche aber den reducirenden Gasarten kein so vollkommenes Eindringen erlauben, wie dies bei dem porösen, schwammartigen Zustande der genannten leicht reducirbaren Erze der Fall ist.

Th. S.

Eisenextract. *Extractum ferri pomatum s. cydoniatum*, unreines äpfelsaures Eisenoxyd, wird erhalten durch Vermischen eines Breies von Quitten oder säuerlichen Aepfeln, durch Zerreiben auf einem Reibeisen erhalten, mit dem 6ten Theil Eisenfeile, zwei- bis dreitägige Digestion und häufiges Umrühren der Masse, bis sie schwarzbraun ist, stark nach Eisen schmeckt und kein Wasserstoffgas mehr entwickelt. Man kocht dann in einem eisernen Gefäße kurze Zeit, colirt, presst, erhitzt mit etwas Wasser nochmals und presst wiederum aus; die klar colirte Flüssigkeit wird am besten im Wasserbade zur Trockne verdampft. Es ist weniger anzurathen, den ausgepressten Aepfelsaft mit Eisenfeile zu digeriren, weil dann die Berührung mit der Luft weit geringer ist und die Oxydation und Lösung des Eisens weit langsamer erfolgt. Das Eisenextract ist eine schwarzbraune, zerfließliche, bisweilen mit der Zeit körnig krystallinisch werdende Salzmasse, die süß, zusammenziehend eisenhaft schmeckt, sich leicht, aber nicht ganz klar, in Wasser löst und zur Darstellung der *Tinctura martis pomata* dient.

Schn.

Eisenfluorid. *Fluoretum ferricum*, Fe_2F_6 . Man erhält eine dem Eisenoxyd entsprechende Fluorverbindung durch Lösung von Oxydhydrat in Fluorwasserstoffsäure. Diese Lösung ist ungefärbt, liefert beim Verdunsten ein blasserthos Salz von süßlich zusammenziehendem Geschmack, ist in Wasser vollkommen löslich. Durch Zusatz von Ammoniak, sey es in geringer oder überschüssiger Menge, wird stets basisches Eisenfluorid gefällt, was durch Behandeln mit einer noch größeren Quantität des Fällungsmittels nicht zerlegt wird, gelb von Farbe ist, beim Trocknen rostgelb und pulverig wird. Mit Fluorkalium verbindet sich das Eisenfluorid in zwei Verhältnissen, je nachdem das eine oder andere Salz vorherrscht. Wird nämlich eine Auflösung von Eisenfluorid in Fluorkaliumlösung getropft, so entsteht eine schwer lösliche, farblos krystallinische Verbindung nach der Formel $3 \text{K F}_2 + \text{Fe}_2\text{F}_6$, herrscht dagegen das Eisenfluorid vor, so verbinden sich nur 2 At. K F_2 mit 1 At. Fe_2F_6 . Sind die Auflösungen kochend heiß gewesen, so setzen sich bei langsamem Erkalten deutliche Krystalle dieser Salze ab (Berzelius).

Schn.

Eisenfluorür. *Fluoretum ferrosium*, FeF_2 . Es wird durch Auflösung von Eisen in Fluorwasserstoffsäure dargestellt. Es krystallisirt aus der Flüssigkeit in dem Maße, als sich die Säure sättigt, in farblosen, kleinen, rechtwinklich vierseitigen Täfelchen, weil es in saurehaltigem Wasser leichter als in reinem löslich ist, in welchem letzteren es sich nur schwer löst. Es enthält Krystallwasser, was die Zersetzung des Salzes veranlasst, wenn es rasch zum Glühen erhitzt wird; hat man es aber bei gelinder Wärme von dem Krystallwasser befreit, so kann es alsdann ohne Zersetzung geglüht werden. An der Luft bedecken sich die Kry-

stalle allmählig mit einem braunen Pulver. Mit Fluorkalium bilden sie ein lösliches, körnig krystallinisches Salz (Berzelius). *Schn.*

Eisenglanz. Natürlich vorkommendes krystallisirtes Eisenoxyd (Fe_2O_3), nur zuweilen verunreinigt, besonders durch Spuren von Titan und Chrom. Seine Krystallform ist rhomboëdrisch (3 und 1 axig), und seine Spaltbarkeit parallel den Rhomboëderflächen. Härte: etwa die des Feldspathes. Farbe: eisenschwarz bis stahlgrau. Strich: braunroth bis röthlich braun. Glanz: metallisch. Spec. Gew.: 5—5,3. Zuweilen sind die Krystalle des Eisenglanzes schön buntfarbig angelaufen, wie dies besonders mit denen von Elba der Fall ist. Nur selten zeigt sich der Eisenglanz magnetisch, und in diesem Falle rührt sein Magnetismus wahrscheinlich von einer geringen Quantität eingemengten Magneteisensteines her. Erwärmte Salzsäure löst das gepulverte Mineral auf. — Der Eisenglanz findet sich auf Lagern, Ausscheidungen und als eingesprengter Bestandtheil in der Urformation, ferner auf Gängen und in vulkanischen Gesteinen. In den letzteren tritt er zum großen Theil als Sublimationsproduct auf, wie z. B. im Vesuv. Man hat dies durch die Annahme zu erklären gesucht, dass sich zuerst Eisenchlorid sublimirt habe, welches später durch Wasserdämpfe in krystallinisches Eisenoxyd und Salzsäure zersetzt worden sey. *Th. S.*

Eisenglimmer, ist nur eine blättrige, glimmerartige Varietät des Eisenglanzes, welche in dünnen Blättchen rubinroth durchscheinend ist. Zuweilen tritt er als Gemengtheil von Urgebirgsarten auf, in denen er den Glimmer ersetzt, so z. B. in einem Granite am Fichtelgebirge (Gleisinger Fels) und im sogenannten Eisenglimmerschiefer (Quarz und Eisenglimmer) von Minas Geraës in Brasilien. *Th. S.*

Eisenjodid, *Jodetum ferricum*, Fe_2J_6 . Es ist noch wenig bekannt. Entsteht wohl beim Hinüberleiten von Joddämpfen über erhitzten Eisendraht. Die Lösung ist braunroth; es bildet mit Eisenoxyd ein basisches Salz, das beim Erhitzen Jod und Wasser abgiebt und einen magnetischen Rückstand hinterlässt. Das Jod scheint sich aus der Jodwasserstoffsäure abzuscheiden, die sich bei der Zerlegung von Jodid mit Wasser unter Bildung von Oxyd erzeugt. Wird Oxydhydrat mit Jodwasserstoffsäure digerirt, so löst sich wie in Chlorwasserstoffsäure eine weit größere Menge, als der Formel Fe_2J_6 entspricht; es bildet sich somit, wie dort, ein lösliches basisches Salz. Zugleich findet sich Jodür in der Lösung, was wohl nur durch eine Reduction von Eisenoxyd durch Jodwasserstoffsäure zu Oxydul erklärbar scheint. *Schn.*

Eisenjodür, *Jodetum ferrosus*, FeJ_2 . Wenn überschüssige Eisenfeile mit Jod zusammengerieben wird, so verbinden sich beide unter starker Wärmeentwicklung zu Eisenjodür, einer braunen, bei Rothglühhitze schmelzenden, in höherer Temperatur sich verflüchtigenden Masse (Gay-Lussac). In Wasser gelöst ist es eine blass blaugrüne Flüssigkeit, die man auch erhält, wenn Eisenfeile mit Wasser und Jod digerirt wird. Aus dieser Lösung erhält man durch Verdampfung bei Luftabschluss grüne, zerfließliche, an trockener Luft sich mit einem braunen Pulver überziehende Krystalle, die nach der Formel $\text{FeJ}_2 + 4 \text{aq.}$ (Smith) zusammengesetzt sind. Der Luft ausgesetzt, färbt sich die Flüssigkeit rasch braun unter Bildung von Jodid und Oxyd, welche sich als basisches Jodid mit gelbbrauner Farbe

absetzen. An der Luft abgedampft, geht aus der concentrirten Lösung mit den Wasserdämpfen zugleich Jod fort (Preufs) und es soll sich sogar bei gewöhnlicher Temperatur diese Lösung in Oxyd und krystallinisches Jod zersetzen ¹⁾. Das freie Jod scheint sich aus der Jodwasserstoffsäure abzuscheiden, die sich neben Eisenoxyd bildet, durch Zerlegung von Jodid mit Wasser. Die Lösung von Eisenjodür wird zu einer zweckmäßigen Darstellungsweise des Jodkaliums benutzt. Man bereitet sie sich hierzu, indem 2 Thle. Eisenfeile mit ebensoviel Wasser übergossen und mit halb soviel Jod in einem langhalsigen Kolben nach und nach versetzt und zuletzt etwas erwärmt werden. Die Flüssigkeit wird dann abfiltrirt, das überschüssige Eisen mit Wasser abgewaschen und die Lösung alsbald angewendet. Auf diese Weise schreibt auch Kerner vor, das Jodeisen zu medicinischem Gebrauche jedesmal aus einer abgewogenen, entsprechenden Menge Jod frisch darzustellen, was sicher die beste Vorschrift ist, wenn man stets dasselbe Präparat verabreichen will. Von Wackenroder und Geißler sind Vorschriften zur Verabreichung des Jodeisens in Zuckersyrup gelöst, gegeben worden. Dies schützt aber keinesweges vor der Veränderung des Präparats, sondern nur vor der Fällung des Oxyds. Doch hat namentlich die Vorschrift des Letzteren als *Syrup. Ferri jodati* Eingang gefunden. Er bereitet das Eisenjodür wie angegeben, wäscht das Eisen mit soviel Wasser ab, dass die Flüssigkeit viermal soviel als das angewandte Jod wiegt und löst darin sechsmal soviel Zucker auf. Mit der Zeit färbt sich der anfangs farblose Syrup bräunlich ²⁾.

Schn.

Eisenkies s. Schwefelkies.

Eisenkiesel, ist ein durch Eisenoxyd gefärbter rother, brauner oder gelber Quarz, theils krystallinisch, theils in deutlichen Krystallen vorkommend. Auf letztere Art findet er sich von vorzüglicher Schönheit zu St. Jago di Compostella in Spanien, auch zu Iserlohn. *Th. S.*

Eisenkitt. Kitte, welche man zur Verbindung von Eisen mit Eisen oder Stein mit Eisen anwendet und deren wesentlichster Bestandtheil Eisen ist.

Die einfachste Vorschrift ist, Eisenfeile mit Weinessig oder verdünnter Schwefelsäure angerührt, oder Eisenfeile mit gleichviel gepulvertem Eisenvitriol vermengt und mit Weinessig oder verdünnter Schwefelsäure zu einem dünnen Brei angemacht, in die Fugen fest einzudrücken und so lange trocknen zu lassen, bis die Masse ganz hart geworden. Dieser Kitt wird häufig auch bei dem Verbinden von Stein mit Stein, wie z. B. bei der Anlage von Wasserbehältern, Terrassen u. s. w. verwandt. Sehr haltbar wird Eisen mit Eisen verkittet, wenn 50 — 100 Thle. Eisenfeile mit 1 Thl. Schwefelblumen vermengt und mit Wasser, in dem man 1 Thl. Salmiak gelöst hat, zur steifen Mörtelconsistenz angerührt, auf die blank geschabten Eisenflächen aufgetragen und fest angedrückt werden. Zum Verkitten von Eisenröhren u. s. w., die Glühhitze auszuhalten haben, wendet man eine Masse aus 4 Theilen Eisenfeile mit 2 Thln. Thon und 1 Thl. gepulverter Porzellankapseln an, die man gut mengt, mit einer gesättigten Salzlösung

¹⁾ Ann. d. Pharm. XXIX. S. 321.

²⁾ Vergl. Ann. d. Pharm. XXIX. S. 186 u. XXX. S. 117.

zum Teige anrührt und möglichst anpresst. Man nennt diese Art von Kitte auch Rostkitte (s. ferner Oelkitt). Schn.

Eisenkugeln s. Eisenweinstein.

Eisenlegirungen. Man versteht hierunter gemeinlich weniger die Verbindungen, welche das chemisch reine Eisen, sondern meist nur diejenigen, welche das kohlenstoffhaltige Eisen (Gusseisen, Stahl, Stabeisen) mit anderen Metallen eingeht. Die Verbindungen der erstern Art sind zum Theil noch gar nicht dargestellt, obgleich es zu vermuthen ist, dass sich hierbei manche interessante Resultate ergeben würden. Je kohlenstoffreicher ein Eisen ist, desto schwieriger ist es im Allgemeinen mit größeren relativen Quantitäten anderer Metalle zu legiren. Es nimmt in diesem Zustande oft kaum mehr als etwa 1 Proc. von einigen derselben auf. Eine solche geringe Neigung, sich mit kohlenstoffhaltigem Eisen zu verbinden, zeigen besonders folgende Metalle: Silber, Quecksilber, Kupfer, Wismuth, Zink, Blei, Antimon, Titan, Chrom, Kalium, Natrium, Calcium und Aluminium. Doch auch mit manchen von diesen Metallen würde sich Eisen bestimmt in beliebigen relativen Mengen zusammenschmelzen lassen, wenn man es in kohlenstofffreiem Zustande anwendete. Um solche Legirungen zu erhalten, kann man auf folgende Weise verfahren.

Stücke von feinem Eisendraht werden mit 25 Proc. reinem Eisenoxyd und einer beliebigen Menge eines andern, auf irgend eine Weise in fein vertheilten Zustand gebrachten Metalles gemengt, das Gemenge in einen hessischen Tiegel gethan, mit einer Schicht reinen Glaspulvers bedeckt, der Tiegel auf die gewöhnliche Art verschlossen und in einem gut ziehenden Windofen einer hohen Temperatur ausgesetzt. Besser noch ist es, die Schmelzung in einem Sefström'schen Gebläseofen vorzunehmen. Der Zusatz von Eisenoxyd bewirkt die Verbrennung der in dem Eisendrahte enthaltenen Kohle, und man erhält nun eine Legirung von fast gänzlich kohlefreiem Eisen. — Beim Gusseisen sind kleine Beimischungen von fremden Metallen zum Theil gleichgültig, zum Theil wirken sie schädlich, wie z. B. Arsenik, Kupfer; beim Stahl dagegen sind einige von guter Wirkung (s. Stahllegirungen). Ein kleiner Mangangehalt des Stabeisens soll verbesserte Eigenschaften des letztern zur Folge haben. Außerdem ist keine Eisenlegirung bekannt, die eine größere Anwendung gestattet. Th. S.

Eisenmohr s. Eisenoxydul-Oxyd.

Eisenniere s. Adlerstein Thl. I. S. 96.

Eisenöl s. Eisenchlorid.

Eisenoher. Unter dieser Benennung versteht man hauptsächlich das natürlich vorkommende, mehr oder weniger durch mancherlei Substanzen verunreinigte, erdige Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat. Man unterscheidet rothen, braunen und gelben Eisenoher. Der erstere enthält wasserfreies Eisenoxyd, der zweite Eisenoxydhydrat als färbenden Bestandtheil. Der gelbe Eisenoher scheint in einigen Fällen ein höheres Hydrat zu enthalten, als das, welches den Brauneisenstein bildet; in anderen Fällen dürfte aber auch das Eisenoxyd desselben mit noch anderen Substanzen als Wasser verbunden seyn. So z. B. entsteht durch Verwitterung des Schwefelkieses im Alaunschiefer ein gelber Eisenoher von der Zusammensetzung:

$4 (\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) + \text{KO} \cdot \text{SO}_3 + 9 \text{H}_2\text{O}$. Anstatt des Gliedes $\text{KO} \cdot \text{SO}_3$ tritt auch $\text{NaO} \cdot \text{SO}_3$ auf. Aus eisenvitriolhaltigen Quellen setzt sich ein gelber Ocher ab, von der Zusammensetzung $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$. Auch rothbraune Ocher giebt es, welche Schwefelsäure enthalten, so z. B. ein solcher, ebenfalls bei der Verwitterung des Alaun-schiefers entstehender ist $2 (7 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) + 21 \text{H}_2\text{O}$ oder er kann auch als ein Gemenge von 1 At. $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3$ mit 5 At. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ angesehen werden.

Th. S.

Eisenmulm (Eisenmohr). Ein erdiger Magneteisenstein, zuweilen auch in derben Massen vorkommend und mit rothem Eisenocher gemengt. An einigen Orten scheint es, als sey er das Product von der Einwirkung unterirdisch entwickelter, reducirender Gasarten auf Braun- (vielleicht auch Roth-) Eisenstein. Dies ist nach Pusch z. B. der Fall mit einem dichten Eisenmulm der Töplitzer Gegend.

Th. S.

Eisen-Nickelkies. Ein Nickelerz von der Zusammensetzung $2 (\text{Fe S}) + \text{Ni S}$. Das Ergebniss einer damit vorgenommenen Analyse war: 36,64 Schwefel, 40,21 Eisen, 21,07 Nickel, 1,78 Kupfer. Der Kupfergehalt rührt von eingemengtem Kupferkies her. Das Mineral hat eine licht broncebraune, ins Speisgelbe übergehende Farbe, nicht starken metallischen Glanz, einen körnig muschligen Bruch und 4 deutliche Blätterdurchgänge, parallel den Flächen eines regulären Octaëders. Es ist nicht magnetisch. Specif. Gew. 4,60. Der Eisennickelkies kommt, mit Kupferkies und etwas Magnetkies, in einem Hornblendegestein eingewachsen vor, welches gangförmig in der Urformation aufzutreten scheint. Fundort: Oevre Guldbrandsdalen bei Lillehammer in Norwegen.

Th. S.

Eisenoxyd. *Oxydum ferricum, Ferrum oxydatum, Peroxyde de fer, Crocus Martis, Eisensafran, Ferrum oxydatum fuscum, Fe₂O₃.*

Das Eisenoxyd gehört zu den verbreitetsten Körpern auf unserer Erdoberfläche und findet sich in fast reinem Zustande, krystallisirt und krystallinisch als Eisenglanz und Rotheisenstein, Blutstein, im amorphen Zustande als gewisse Ockerarten, hierin häufig mit viel Thon und dergleichen gemengt. Es ist ein Bestandtheil der Thoneisensteine, des Magneteisensteins, der Sumpferze, einer Menge von Silicaten und vieler anderer Mineralien. Man erhält es leicht durch Glühen von Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd oder Eisenfeile bei hinreichendem Luftzutritt und einer Temperatur, die nicht so hoch steigt, dass es dadurch zerlegt wird, was übrigens erst in der stärksten Weissglühhitze stattfindet; oder durch Glühen bis zur vollständigen Verjagung der Säure von salpetersaurem Salz, oder durch Verpuffen von Eisenfeile mit Salpeter. Durch Glühen von schwefelsaurem Eisenoxydul erhält man ein Oxyd, welches stets etwas Säure zurückhält, die nur durch Kochen desselben mit Alkalien ausgezogen werden kann. Im unreinen Zustande wird es auf diese Weise bei der Fabrication der rauchenden Schwefelsäure gewonnen und als *Colcothar, Caput mortuum*, englisch Roth, Juwelierroth in den Handel gebracht. Am einfachsten erhält man es rein aus dem mit Ammoniak gefüllten Eisenoxydhydrat durch Glühen.

Die Farbe des Eisenoxyds variirt sehr je nach seiner Darstellung in den verschiedensten Nüancen von roth bis braunroth, fast schwarz. Es wird durch sehr heftiges Weissglühen unter Ent-

weichen von Sauerstoff zu Oxyduloxyd reducirt; dies ist der Grund, weshalb beim Verbrennen von Eisen in Sauerstoff kein Oxyd erhalten wird. Es ist nicht flüchtig; die scheinbare Flüchtigkeit desselben unter gewissen Verhältnissen rührt, wie Mitscherlich gezeigt hat, daher, dass Eisenchlorid sich verflüchtigt und sich bei gleichzeitigem Vorhandenseyn von Wassergas in Eisenoxyd und Salzsäure zerlegt. Bei Vermengung von Kochsalz mit calcinirtem Eisenvitriol und Erhitzen des Gemenges sieht man an den Rändern des Tiegels Kryställchen von Eisenoxyd sich bilden; auf diese Weise findet diese Bildung bisweilen auch in Töpferöfen, wo Steinzeug mit Kochsalz glasirt wird, und ähnlich in vulcanischen Gegenden Statt. Es ist geschmacklos, unlöslich in Wasser, löslich in Säuren; nach dem Glühen, wobei es nach Berzelius bisweilen wie Chromoxyd plötzlich erglüht, in verdünnten Säuren sehr schwer, und selbst in concentrirten nur langsam auflöslich. Es ist nicht magnetisch, das natürlich vorkommende wird jedoch oft wegen eines geringen Oxydulgehalts schwach vom Magnet angezogen.

Es ist sehr hart, so dass das krystallisirte am Stahle Funken zu geben pflegt. Geschliffen dient es (als sogenannter Blutstein) zum Poliren von Gold und Silber. Das gebrannte rothe Oxyd wird als Polir- und Putzpulver verwendet. Künstlich bereitet man dieses Pulver durch Rösten von künstlichem Schwefeleisen an der Luft, bis aller Schwefel verflüchtigt ist. Das beste englische Putz- und Polirroth soll aber nach Faraday erhalten werden durch Vermengen von 2—3 Thln. Kochsalz und 1 Thl. geröstetem Eisenvitriol und Glühen, bis keine Dämpfe mehr entweichen; der Rückstand darf dann nur noch mit Wasser ausgezogen werden, und man erhält ein dunkelbraunes, schuppiges, zu den genannten Zwecken sehr vorzügliches Pulver. Wasserstoff reducirt das Eisenoxyd schon unter der Glühhitze, Kohle und Kohlenoxydgas bei der Weißglühhitze vollständig. In Chlorgas erhitzt absorbirt das Eisenoxyd nach Gay-Lussac Chlor, ohne Sauerstoff-Entwickelung. Trockenes Eisenoxydhydrat schmilzt in Chlorgas zu einer dunkelrothen Flüssigkeit, die in der Siedhitze Indigo entfärbt, aber alles Chlor verliert nach Gay-Lussac. Mit fixen kohlen-sauren Alkalien verbindet es sich beim Schmelzen zu bestimmten Verbindungen unter Austreibung der Kohlensäure, die aber durch Auflösung in Wasser zerlegt werden (Schaffgotsch). Schn.

Eisenoxyd-Kali, blausaures s. Ferridcyankalium.

Eisenoxyd-Kali, blausaures, Doppelsalze s. Ferridcyankalium-Doppelverbindungen.

Eisenoxydhydrat. *Ferrum oxydatum hydraticum*, *Hydrate d'oxyde de fer*, *Ferrum oxydatum flavum*, Rost, fälschlich häufig *Ferrum carbonicum*, kohlen-saures Eisenoxyd genannt.

Kommt ebenso häufig in der Natur wie das Eisenoxyd vor, als Brauneisenstein, Lepidokrokit, brauner Glaskopf, türkische Umbra (nicht Köllnische), gelber Ocker u. s. w. Rubinglimmer; mit verschiedenem Wassergehalte.

Wenn sich Eisen in einer größeren Menge Wasser allmählig vollständig oxydirt, so bildet sich sogenannter Rost von hellpomeranzengelber Farbe; er besteht aus 2 At. Oxyd und 3 At. Wasser. Am leichtesten er-

hält man es durch Fällern der Eisenoxydsalze, mittelst der Alkalien. Man kann jedoch auf diese Weise kein reines Oxydhydrat darstellen, da bei Anwendung von weniger Alkali, als zur vollständigen Zersetzung des Salzes nöthig ist, stets basisches Oxydsalz gefällt wird, bei Anwendung von überschüssigem Alkali aber dies theilweise sich mit dem Eisenoxyd verbindet und mit niedergeschlagen wird, ohne dass es durch Wasser entzogen werden kann. Hat man Ammoniak angewendet, so erhält man durch Glühen reines Oxyd, welches übrigens die Eigenschaft, Ammoniak aus der Luft aufzunehmen, beibehält, wie dies alles Eisenoxyd in hohem Grade vermag, und daher auch, ob in der Natur gefunden oder künstlich erhalten, fast immer ammoniakhaltig gefunden wird. Hierauf hat zuerst Vauquelin bei einer gerichtlichen Untersuchung von Rostflecken aufmerksam gemacht. Nach Gmelin enthält durch Fällung mit Ammoniak erhaltenes, bei 100° getrocknetes Eisenoxydhydrat 18,5 Proc. Wasser, somit wäre ein solches nach der Formel $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzt. Durch Oxydation von feuchtem, kohlensaurem Eisenoxydul an der Luft entsteht ebenfalls Oxydhydrat. Wenn Eisen in feuchter Luft rostet, so findet diese Oxydation zum großen Theile auf Kosten des Sauerstoffs der Luft Statt, gleichzeitig aber auch durch Zerlegung des Wassers bei der steten Gegenwart von Kohlensäure, und da die Luft stets Ammoniak enthält, so findet sich dies ebenfalls immer, so wie etwas kohlensaures Oxydulsalz meistens in dem Eisenrost.

Das Eisenoxyd und Oxydhydrat werden jetzt wenig mehr als Arzneimittel angewandt. Nur als Gegenmittel bei Arsenikvergiftungen wird das mit Ammoniak gefällte, noch feuchte Oxydhydrat als höchst zweckmäßig empfohlen (Bunsen). Es muss hierzu aus einer vollkommen oxydirten Lösung durch Ammoniak gefällt und vollkommen ausgewaschen sein. Wegen des allzu großen Volumens, welches es in diesem Zustande einnimmt, hat man empfohlen, sich das hierzu zu verwendende Oxydhydrat durch Fällern von Oxydulhydrat aus Eisenvitriol mit Ammoniak darzustellen, es an der Luft in dünnen Lagen vollkommen sich oxydiren zu lassen und dann so bei ganz gelinder Wärme getrocknet zu Pulver zerrieben, für den Gebrauch vorräthig zu halten.

Schn.

Eisenoxydsalze. Das Eisenoxyd ist eine schwache Salzbase; es bildet mit den Säuren, von denen es, um neutrale Salze zu bilden, drei Atome aufnimmt, da es 3 At. Sauerstoff enthält, gelbe oder rothgelbe Lösungen, die gelbe oder rothgelbe, oft auch farblose Salze liefern, von herbem, zusammenziehendem, tintartigem Geschmack. Die wasserfreien Salze sind durchgängig weiß. Es besitzt eine große Neigung, basische Salze zu bilden, die meist gelb oder braun sind, ebenso wie die Lösungen der löslichen derselben, die meisten sind aber unlöslich in Wasser. Die löslichen, neutralen Eisenoxydsalze reagiren schwach sauer, sind meist sehr schwer krystallisirt zu erhalten, bilden öfter amorphe oder zerfließliche Massen. Durch kaustische Alkalien werden ihre Lösungen mit rothbrauner Farbe gefällt, durch kohlensaure etwas heller; in einem großen Ueberschuss der letzteren ist der Niederschlag löslich. Hierauf gründet sich die Bereitung der Stahl'schen Eisentinctur, *Tinctura martis alcalisata Stahlü*, welche erhalten wird durch Lösung von Eisenfeile in

starker Salpetersäure und Versetzen der erhaltenen Lösung mit kohlen-saurem Kali, bis der anfangs entstehende Niederschlag wieder völlig verschwindet. — Durch Auswaschen mit Wasser sind die durch Alkalien erzeugten Niederschläge nicht vollständig davon zu befreien. Sulfhydrate und lösliche Schwefelmetalle fällen sie mit schwarzer Farbe. Oxydsalze, die eine stärkere Säure enthalten, werden durch hineingeleiteten Schwefelwasserstoff unter Schwefelabscheidung zu Oxydulsalzen reducirt; nur bei einigen mit ganz schwachen Säuren entsteht zugleich Schwefeleisen, ein schwarzer, in Säuren leicht löslicher, an der Luft sich schnell oxydirender, rothbraun werdender, in Wasser, Alkalien und überschüssigen Sulfhydraten und Schwefelmetallen unlöslicher Niederschlag.

Phosphorsaures Natron fällt die Oxydsalze weiß; dieser Niederschlag ist in einem großen Ueberschuss vom Fällungsmittel, von kohlen-saurem und kaustischem Ammoniak und Natron löslich. Oxalsäure Salze werden dadurch nicht gefällt. Ferrocyankalium bewirkt darin einen blauen Niederschlag (Berlinerblau). Ferridcyankalium färbt die Lösungen dunkler, ohne Bildung eines Niederschlages. Gallussäure bewirkt einen tiefblauschwarzen, in freien Säuren löslichen Niederschlag, Schwefelblausäure, sowie lösliche Cyanmetalle, färben Eisenoxydlösungen blutroth, Bernstein- und Benzoësäure bewirken blassbraune Niederschläge. Essigsäure Salze werden in der Kälte roth davon gefärbt, durch Erhitzen setzt sich ein brauner Niederschlag ab. Durch nichtflüchtige organische Substanzen, wenn sie in hinreichender Menge in den Eisenoxydsalzlösungen gelöst sind, wird die Fällung des Oxyds durch Alkalien und alkalische Erden vollständig verhindert, nicht aber die Reaction von Ferrocyankalium und Sulfhydraten oder löslichen Schwefelmetallen, obwohl sie die Trennung der Niederschläge sehr erschweren (H. Rose). Durch Glühen werden die Salze mit flüchtiger Säure zersetzt, durch oxydirbare Substanzen mannichfacher Art werden sie zu Oxydul- oder Oxydul-Oxydsalzen reducirt. Schwefelsäure Indiglösung wird durch Erwärmen mit löslichem Eisenoxydsalz entfärbt, Zinnchlorür wird oxydirt, Schwefelwasserstoff in Wasser und niederfallenden weissen Schwefel zerlegt. Viele organische Körper werden durch Behandeln mit aufgelöstem Eisenoxydsalz in der Wärme zerstört, und in verschiedenartige Oxydationsproducte verwandelt, während das Eisenoxyd zu Oxyduloxyd reducirt wird (Wackenroder). Oxalsäures Eisenoxyd verwandelt sich, dem Lichte ausgesetzt, unter Kohlensäure-Entwicklung in Oxydulsalz (Bussy)¹⁾. Ferner bilden sich beim Kochen der Lösungen neutraler Eisenoxydsalze häufig basische unlösliche Verbindungen, ebenso wie bei unvollständiger Fällung durch Alkalien. Wird aber nur wenig Alkali zugesetzt, so bilden sich lösliche basische Salze, indem sich die Flüssigkeit dunkelroth färbt. Erst beim Kochen werden diese dann zum Theil gefällt.

Die mancherlei Doppelsalze, welche das Eisenoxyd mit den Alkali-Salzen bildet, sind oft mehr zum Krystallisiren geneigt, sie sind meist farblos. Viele derselben sind nicht näher untersucht, die Verbindungen mit schwefelsaurem Kali, Natron und Ammoniak (Eisenalaun) sind den entsprechenden Thonerde-, Chromoxyd- und Manganoxyd-Verbin-

¹⁾ Ueber Reduction der Eisenoxydsalze s. Schönbein im Journ. f. pract. Chem. Bd. 30. S. 129.

dungen dieser Salze analog zusammengesetzt und damit isomorph, ebenso die oxalsauren Alkali-Doppelsalze und die Verbindung von schwefelsaurem Chinin mit schwefelsaurem Eisenoxyd (Will). *Schn.*

Eisenoxydul, *Oxydum ferrosium*, *Oxydulum ferricum*, *Ferum oxydulatum*, *Protoxyde de Fer*, FeO .

Im reinen Zustande kommt das Eisenoxydul in der Natur nicht vor, dagegen häufig in Verbindung mit anderen Körpern, wie im Spath-eisenstein, im Magneteisenstein, in einer großen Menge von Silicaten u. s. w. Seine chemische Darstellung im isolirten Zustande bietet große Schwierigkeiten. Nach Wackenroder ¹⁾ soll man es durch Behandlung von Eisenoxyd mit Wasserstoffgas in einer weit unter dem Schmelzpunkte des Glases liegenden Temperatur ganz rein und metallfrei darstellen können. Nach Bucholz soll man es durch Oxydation des Eisens vermittelt Wasserdämpfen in der Glühhitze als schwarzes, sprödes Pulver, bei sehr hoher Temperatur als schmelzbare, metallglänzende, nicht glasartige Masse erhalten, die sich wie geglühte Thonerde in Säuren nur schwer löst, aber zuletzt mit den auf gewöhnliche Art durch doppelte Zersetzung dargestellten Oxydulsalzen vollkommen identische Salze bildet; nach Regnault und Gay-Lussac erhält man aber auf diese Weise stets Oxyduloxyd. — Das Eisenoxydulhydrat wird erhalten durch Fällen einer kochenden oxydfreien Eisenoxydulsalzlösung mit kochenden, also luftfreien kaustischen Lösungen der Alkalien als weißer, pulveriger Niederschlag, der ungemein schnell aus der Luft Sauerstoff anzieht, erst grünlich, dann schmutzig dunkelgrün, zuletzt braun wird, indem er sich in Eisenoxydhydrat verwandelt; beim Ausschluß der Luft mit Wasser gekocht, soll er schwarz werden durch Verlust seines Hydratwassers, in ähnlicher Weise wie z. B. Kupferoxydhydrat, indess ist dieser schwarze Niederschlag wahrscheinlich Oxydul-Oxyd. Nach Schmidt soll man beim Auswaschen des Niederschlages unter Vermeidung alles Luftzutritts und Trocknen desselben in Wasserstoffgas ein grünliches Pulver erhalten, was sich an der Luft schnell mit oft bis zum Glühen gehender Erhitzung oxydirt und roth wird. Im feuchten Zustande ist es nicht magnetisch. *Schn.*

Eisenoxydul-Oxyd, *oxidum ferroso-ferricum*, schwarzes Eisenoxyd. Die beiden Oxyde des Eisens scheinen in mehreren bestimmten Verhältnissen sich mit einander zu verbinden. In der Natur kommt eine solche Verbindung vor als Magneteisenstein (s. d. Art.), theils derb, theils krystallisirt in Formen des regulären Systems. Sie besteht aus 1 At. Eisenoxyd und 1 At. Eisenoxydul, und gehört jener merkwürdigen Gruppe isomorpher Mineralstoffe an, in denen ein Oxyd von der Formel RO und ein Oxyd R_2O_3 in gleicher Atomenanzahl verbunden sind. Dieselbe Verbindung bildet sich stets unter Entwicklung von Wasserstoffgas, wenn über glühendes metallisches Eisen Wasserdämpfe geleitet werden (Gay-Lussac, Regnault). So erhalten, bildet sie eine schwarze metallglänzende spröde Masse von 5,4 specif. Gew., die beim Zerreiben ein schwarzes Pulver giebt. Nach Regnault setzt sie sich auch oft in kleinen regulären Octaëdern auf dem Eisen ab. Von Säuren wird sie sehr schwierig und langsam auf-

¹⁾ Arch. d. Pharm. Bd. 35. S. 279 — 285 u. Bd. 36. S. 22 — 30. Pharm. Centralbl. S. 47. Jahrg. 1844.

gelöst. Wird sie mit weniger Säure, als zu ihrer vollständigen Auflösung erforderlich ist, digerirt, so wird das Eisenoxydul ausgezogen mit Zurücklassung von rothem Oxyd. Dieser Umstand sowohl, wie die unten näher anzugebende Eigenschaft des Eisenoxyds, gleich einer Säure die Oxydation des Eisens auf Kosten von Wasser zu veranlassen, berechtigen dazu, die Verbindungen von Eisenoxydul und -Oxyd gewissermaßen als Salze zu betrachten, worin ersteres die Rolle der Base, letzteres die der Säure spielt.

Von gleicher Zusammensetzung mit dem Magneteisenstein sind wahrscheinlich auch die Producte, die man nach den folgenden Verfahrensarten erhält und die bis jetzt nicht analysirt sind. Nach J. L. und W. r. wird festes Eisenchlorür, mit überschüssigem kohlen-sauren Natron vermischt, in einem Tiegel erhitzt, und nach dem Erkalten das Kochsalz mit Wasser ausgezogen, worauf Eisenoxydul-Oxyd als ein schwarzes Pulver zurückbleibt. Dasselbe bildet sich hierbei aus dem durch die Einwirkung von kohlen-saurem Natron auf Eisenchlorür zunächst entstandenen kohlen-sauren Eisenoxydul, dadurch, dass daraus in stärkerer Hitze die Kohlensäure ausgetrieben, ein Theil derselben aber dabei von dem Eisenoxydul zu Kohlenoxydgas reducirt wird (Schmidt). Das so erhaltene Product lässt sich, ohne sich höher zu oxydiren, auswaschen und trocknen. Durch Auflösen desselben in Salzsäure und Fällen mit überschüssigem Ammoniak erhält man einen schwarzen Niederschlag, welcher ebenfalls beim Auswaschen und Trocknen sich nicht verändert. Dieser Niederschlag enthält Wasser, welches er bei gelindem Erhitzen abgibt. Nach einer andern von W. r. gegebenen Vorschrift werden zwei gleiche Mengen reinen oxydfreien Eisenvitriols, jede für sich, in Wasser aufgelöst, die eine Auflösung zum Sieden erhitzt, und durch nach und nach in kleinen Antheilen zugesetzte Salpetersäure vollständig oxydirt, dann die andere Auflösung hinzugesetzt und die Mischung mit auf einmal im Ueberschuss zugesetztem Ammoniak niedergeschlagen. Es entsteht ein braunschwarzer Niederschlag, den man mit der Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt, und dann abfiltrirt und auswäscht. Er lässt sich in gelinder Wärme ohne Veränderung trocknen, und bildet nach dem Trocknen ein bräunlich-schwarzes Pulver, welches, bei Luftabschluss erhitzt, schwarz wird und dabei ungefähr 7 Proc. Wasser abgibt. — Eisenoxydul-Oxyd, wahrscheinlich wasserhaltiges, erhält man ferner nach W. r. und P. r. e. u. f. s., wenn man Eisenoxydhydrat mit Wasser und metallischem Eisen kocht. Das Eisen oxydirt sich unter Entwicklung von Wasserstoffgas und es bildet sich Oxydul-Oxyd als ein schwarzes Pulver, welches von dem überschüssigen metallischen Eisen sich leicht abschlämmt, und an freier Luft sich ohne Veränderung trocknen lässt, beim Trocknen in der Wärme aber sich leicht oxydirt und braun wird.

Verbindungen von Eisenoxyd und -Oxydul bilden sich auch, wenn metallisches Eisen in größeren Stücken in der Luft oder im Sauerstoffgase zum Glühen erhitzt wird. Das Eisen bedeckt sich dabei mit einer schwarzen Oxydkruste, die durch Hämmern in spröden blättrigen Massen abspringt und die man *Hammerschlag* oder *Glühspan* nennt. Der *Hammerschlag* enthält stets Oxyd und Oxydul, aber in veränderlichen Verhältnissen, und außerdem gewöhnlich metallisches Eisen, weshalb er mit Säuren Wasserstoffgas entwickelt. Die äußerste Schicht besteht immer hauptsächlich aus Oxyd und giebt deshalb einen rothen

Strich. Ueberhaupt scheint die Bildung von Oxydul-Oxyd unter diesen Umständen nur daher zu rühren, dass das an der Oberfläche sich bildende Oxyd von dem unterliegenden Metall reducirt wird, indem fein zertheiltes Eisen, hinreichend lange an der Luft geglüht, sich ganz in Oxyd verwandelt, vorausgesetzt, dass die Hitze nicht so stark ist, um das Oxyd unter Sauerstoffentwicklung zu zersetzen. Wird massives Eisen lange Zeit der Glühhitze ausgesetzt, so dass die sich bildende Oxydkruste eine grössere Dicke erhält, so findet man letztere, wenn man sie zerbricht, oft aus mehreren durch ihr Ansehen deutlich unterscheidbaren Lagen zusammengesetzt. Mosander hat ein solches Oxyd untersucht, welches sich auf einem Eisenstücke während 24stündiger Rothglühhitze gebildet hatte. Es bestand deutlich aus zwei Schichten, von denen die innere dunkel, blasig und ohne Glanz war und aus 72,92 Oxydul und 27,08 Oxyd bestand, welches einer Verbindung von 6 At. Oxydul und 1 At. Oxyd $= 6 \text{ FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ entspricht. Die äussere Schicht war dicht und glänzend, und enthielt weit mehr Eisenoxyd (32 bis 53 Proc.); es zeigte sich aber, dass sie keine homogene Masse war, sondern dass der Gehalt an Oxyd in ihr von aussen nach innen zu abnahm. — Berthier, welcher ganze und dünnere Krusten von Hammerschlag untersuchte, fand darin 34 bis 36 Proc. Eisenoxyd.

Wird metallisches Eisen im Knallgasgebläse verbrannt, so erhält man ein Oxyd, welches nur 6,8 Proc. Sauerstoff enthält (Marchand). Dieser Sauerstoffgehalt entspricht der Formel Fe_3O , indess ist es wahrscheinlicher, dass das auf diesem Wege erhaltene Product, welches sich in Säuren unter Entwicklung von Wasserstoffgas auflöst, blofs ein zusammengeschmolzenes Gemenge von Eisenoxydul-Oxyd und metallischem Eisen ist.

Das Eisenoxydul-Oxyd, sowohl das natürliche wie das auf irgend eine Weise in wasserfreier Form oder als Hydrat dargestellte, wird vom Magnet angezogen, und ersteres ist gewöhnlich selbst attractorisch. Es wird bei Glühhitze durch Kohle, sowie durch Kohlenoxydgas, zu Metall reducirt; durch Wasserstoffgas erfolgt diese Reduction schon bei ungefähr $+ 400^\circ$. Es findet als Arzneimittel Anwendung und wird dazu häufig dadurch bereitet, dass man Eisenfeile, mit Wasser durchfeuchtet, der Luft aussetzt. Es bildet sich dabei zuerst Eisenrost, welcher dann bewirkt, dass das metallische Eisen auf Kosten von Wasser sich in Oxydul verwandelt. Nach einigen Tagen wird das gebildete Oxydul-Oxyd abgeschlämmt und möglichst rasch ohne Anwendung von Wärme getrocknet. Es führt in der Pharmacie den Namen Eisenmoor, *Aethiops martialis*. Ueber andere Bereitungsarten dieses Präparats s. d. Art. Schn.

Eisenoxyduloxysalze. Das Eisenoxyduloxyd bildet mit den Säuren Salze, die zum grossen Theil noch nicht untersucht sind. Sie sind wie die Oxydulsalze häufig grün, meist aber etwas dunkler gefärbt in's Gelbbraune ziehend. Mit Stoffen in Berührung, die sich nur mit dem Oxyd oder mit dem Oxydul verbinden können, zerfallen sie sehr leicht und vereinigen sich zum Theil damit, während das andere Salz gelöst bleibt; durch Alkalien wird Oxydoxydulhydrat grün gefällt, mit Kaliumeisencyanid bilden sie blaue Niederschläge. Kohlensaurer Kalk schlägt damit gekocht das Oxyd nieder, während das Oxydul gelöst bleibt (Fuchs). Schn.

Eisenoxydsalze. Das Eisenoxydul hat eine starke Verwandtschaft zu den Säuren, weit stärker als das Oxyd; denn mit löslichen Oxydsalzen als Hydrat oder kohlen-saures Salz zusammengebracht, fällt es jene und verbindet sich mit den Säuren. Die Oxydsalze bilden sich stets, wenn metallisches Eisen mit Wasser, welches Säure enthält, in Berührung kommt, unter Zerlegung des Wassers. Die meisten sind in Wasser löslich und daraus krystallisirbar, manche sind in Wasser unlöslich, werden aber leicht von Säuren gelöst. Im wasserfreien Zustande sind fast alle farblos, mit Wassergehalt oder in Wasser gelöst, meist blassgrünlich gefärbt, von herbem, tintehaftem Geschmack. Reine und kohlen-saure Alkalien bewirken in den ganz oxydfreien Lösungen weisse Niederschläge, die an der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff sehr schnell schmutzig grün und dann rothbraun werden. Ammoniakalze lösen die Oxydul-Niederschläge leicht auf, weshalb mit Ammoniak das Oxydul nicht vollständig gefällt werden kann, und bewirken, wenn viel freie Säure vorhanden war, gar keinen Niederschlag in reinen Oxydsalzen. Durch Einwirkung der Luft oxydiren sie sich aber und alles Eisen scheidet sich zuletzt als Oxyd ab ¹⁾. Sulfhydrate und lösliche Schwefelmetalle fallen aus den Eisenoxydsalzen schwarzes Schwefeleisen, welches in Wasser und einem Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslich ist, dagegen von Säuren leicht gelöst wird, und sich an der Luft schnell in Oxydsalz verwandelt. — Schwefelwasserstoff fällt das Eisen nur aus Salzen, deren Säure sehr schwach ist, oder wenn die Lösungen ganz neutral waren, theilweise. Ferrocyan-eisenkalium bewirkt darin einen weissen Niederschlag von Ferrocyan-eisen, der sich aber an der Luft augenblicklich oxydirt und blau wird. Ferridcyan-kalium fällt blaues Ferridcyan-eisen. Phosphorsäures Natron giebt einen weissen, an der Luft blau werdenden Niederschlag. Oxal-säure Salze fallen concentrirte Lösungen mit gelber Farbe, Gallus-säure verändert vollkommen oxydfreie Oxydsalze nicht; viele nicht flüchtige organische Substanzen in hinreichender Menge in den Auflösungen gelöst, verhindern deren Fällung durch Alkalien.

An der Luft verändern sich alle Eisenoxydsalze rasch durch Aufnahme von Sauerstoff. Ist die Lösung neutral, so bildet sich basisches Oxydsalz. Uebrigens findet diese Oxydation nur sehr langsam vollkommen Statt, und es bildet sich entweder basisches, unlösliches Oxydsalz und eine Doppelverbindung von Oxyduloxydsalz oder die letztere allein, wie bei dem phosphor- und arsenik-sauren Salze. Die Oxyduloxydsalze sind entweder gar nicht oder doch weit langsamer an der Luft veränderlich. Selbst im krystallisirten Zustande oxydiren sich die Oxydsalze allmählig, obwohl langsamer als in Auflösung und bedecken sich mit einem braunen Pulver.

Mehrere Metalle, namentlich Gold und Silber, werden aus den Auflösungen ihrer Salze durch die Eisenoxydsalze reducirt.

Stickoxydgas bildet mit den Eisenoxydsalzen eigenthümliche Verbindungen. Es wird von ihren neutralen Lösungen in bedeutender Menge absorbirt und färbt sie dunkelbraun oder schwarz. Auf 2 At. Eisen wird 1 At. Stickoxyd aufgenommen, wenigstens ist es so beim schwefelsauren Oxydul und Eisenchlorür durch den Versuch von Peligot gefunden worden.

¹⁾ Ueber Oxydation der Eisenoxydsalze s. Schönbein im Journ. f. pract. Chem. Bd. 30. S. 129.

Ueberschüssige Säure ist dabei ohne Einfluss. Beim Abdampfen der Lösungen in der Wärme oder im luftleeren Raume werden diese Verbindungen zersetzt. Stickoxydgas entweicht und reine Oxydulsalze bleiben zurück. Nur eine ganz kleine Menge des Stickoxyds wird von dem Salze beim raschen Erhitzen zersetzt, Stickgas entwickelt und Oxyd gebildet. Werden die stickoxydhaltigen Oxydulsalze z. B. durch Ferrocyankalium oder phosphorsaures Natron gefällt, so geht das Stickoxyd mit in die Niederschläge über, sie zersetzen sich aber sehr rasch an der Luft (Peligot). Mit Salpetersäure erwärmt oxydiren sich unter Stickoxydbildung die Eisenoxydulsalze, vereinigen sich damit zu den schwarzen Verbindungen, die beim Erhitzen oder viel überschüssiger Säure rasch zerlegt und farblos werden.

Durch Glühen bei freiem Luftzutritt wird das Eisenoxydul in allen seinen Salzen in Oxyd verwandelt, wobei die Säure, wenn sie flüchtig ist, ausgetrieben wird. Durch Glühen mit Kohle oder Erhitzen in Wasserstoff werden sie reducirt.

Das Eisenoxydul bildet vorzugsweise neutrale Salze; saure und basische sind kaum bekannt. Manche dieser Salze verbinden sich mit den Salzen anderer Basen zu Doppelsalzen, die bisweilen ganz farblos sind. Viele seiner Salze haben mit den entsprechenden Magnesia-, Manganoxydul-, Zink-, Kobalt- und Nickeloxysalzen gleichen Krystallwassergehalt und gleiche Krystallform.

Schn.

Eisenoxydul-Ammoniak, blausaures s. Ferrocyan-Ammonium etc.

Eisenoxydul-Kali, blausaures s. Blutlaugensalz. Thl. I. S. 903.

Eisenpecherz, (Eisensinter), auch Colophoneisenerz genannt, wegen seines harzähnlichen Aussehens, ist eine Verbindung von Eisenoxyd, Arseniksäure und Wasser, in dem Verhältnisse, wie es die Formel $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_5 + 12 \text{H}_2\text{O}$ ausdrückt, sehr übereinstimmend mit dem Resultate einer Analyse von Kersten. Aber nicht immer kommt dies Mineral ganz rein vor, sondern ist zuweilen durch basisch schwefelsaures Eisenoxyd verunreinigt; mitunter in solcher Menge, dass sein Schwefelsäuregehalt bis zu 10 Proc. steigt. Wahrscheinlich ist das Eisenpecherz ein Product der Verwitterung des Arsenikkieses. Seine Farbe wechselt vom gelblich Weissen bis zum schwärzlich Braunen. Specif. Gew. 2,4.

Th. S.

Eisenresin s. Humboldtit.

Eisenrost s. Eisenoxydhydrat.

Eisensafran s. Eisenoxyd.

Eisensalmiak. *Chloretum ferricum cum chloreto ammonico.*

Eisenchlorid mit Salmiak. *Ammonium muriatic. martiatum, Flores salis ammoniaci martiales*, eisenhaltige Salmiakblumen.

Seine Bereitung wird zuerst von Basil. Valentinus im 15. Jahrhundert erwähnt. Nach alten Vorschriften stellte man dies Präparat durch Sublimation von Salmiak mit Eisenfeile, oder Blutstein u. s. w. dar. Die neueren Vorschriften lassen Eisenchlorid mit Salmiak sublimiren, oder nur eindampfen, oder krystallisiren. Entweder 1 Thl. Eisen in hinreichender Salzsäure gelöst, zur Trockne verdampft, mit 12 Thln. Salmiak in Wasser gelöst, eingetrocknet und bei allmählig gesteigerter Hitze in einer Re-

torte sublimirt, bis keine Dämpfe mehr aufsteigen, oder 1 Thl. Eisenchlorid mit 16 Thln. Salmiak zusammen gelöst, eingetrocknet und sublimirt. Die erhaltenen Sublimata werden zerrieben, gut gemengt und in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt.

Nach Roloff und Geiger wird der Eisensalmiak durch Krystallisation erhalten, wenn 1 Thl. trockenes Eisenchlorid, 3 Thle. Salmiak in 6 Thln. Wasser gelöst und die Flüssigkeit in einem hohen Cylinderglase zum Kochen erhitzt, so lange verdampft wird, bis die anfangs trübe Lösung in der Hitze wieder klar wird, worauf man erkalten lässt. Die neueste preussische Pharmacopöe schreibt auf 8 Thle. Salmiak $1\frac{1}{2}$ Thl. Eisenöl vor, und lässt das in Wasser gelöste Gemisch krystallisiren. Nach Mohr sollen 12 Thle. Salmiak in möglichst wenig Wasser gelöst, mit 1 Thl. krystallisirtem Eisenchlorid gemengt, unter beständigem Umrühren zur Trockne verdunstet werden. Nach Winkler soll ein Präparat von bestimmter Zusammensetzung erhalten werden, wenn 1 Thl. krystallisirtes Eisenchlorid mit 10 Thln. Salmiak und 20 Thln. Wasser zum Kochen erhitzt und in ein hohes Gefäß filtrirt wird. Beim Erkalten scheiden sich regelmäßige Krystalle von einem Gehalt von 0,862 Procent Chlorid ab. Die Lauge kann nicht weiter benutzt werden. Nach all diesen verschiedenen Vorschriften erhält man verschieden aussehende, in ihrem Gehalt an Eisenchlorid zwischen 5 und $\frac{1}{2}$ Procent variirende Gemische desselben mit Salmiak, die Krystalle sind luftbeständig, die Sublimata ziehen Feuchtigkeit an. Zu pharmaceutischem Behuf muss er daher stets genau nach der landesüblichen Pharmacopöe bereitet werden. Ueber die Verbindung von 1 Atom Eisenchlorid mit 2 Atomen Salmiak s. Eisenchlorid. Der Eisensalmiak wird jetzt wenig in der Medicin gebraucht, er ist ein Bestandtheil der *Tinct. Martis aperitiva* s. *Aroph. Paracelsi*. Schm.

Eisensand. Fast aller natürlich vorkommende Sand ist mehr oder weniger eisenhaltig. Unter »Eisensand« versteht man jedoch gemeinlich nur solche Sandarten, welche eine beträchtliche Menge Partikeln von Magneteisen, Titaneisen oder Eisenglanz bei sich führen, und dadurch zum Theil magnetisch werden. Es sind diese Sandarten offenbar Trümmer verschiedener (besonders Ur-) Gesteinsarten, welche durch die Einwirkung fließender Gewässer einem natürlichen Wasch- (Aufbereitungs-) Prozesse unterworfen wurden. Th. S.

Eisensau ist die hüttenmännische Benennung solcher Eisenmassen, die sich bei verschiedenen Schmelzprocessen, wider Willen des Hüttenmannes, in dem untern Theile der Schachtöfen (dem Gestell) aussondern, und nach dem Aufhören der Schmelzcampagne, oft mit vieler Mühe, aus dem Gemäuer des Ofens herausgebrochen werden müssen. In chemischer Beziehung haben dieselben einiges Interesse wegen seltener Bestandtheile, die in ihnen zuweilen vorkommen. So z. B. enthalten die bei dem Mansfelder Kupferhüttenprocesse fallenden Eisensauen mitunter eine beträchtliche Menge Molybdän (nach Heine's Untersuchung). Ein solcher Molybdängehalt verräth sich leicht durch starken Glanz und silberweiße Farbe. Die aus den Gestellen verschiedener Schlesischer Hohöfen herausgebrochenen Frischeisenmassen enthalten zuweilen kupferrothe Massen oder würfelförmige Krystalle von ausgeschiedenem Titan. Silicium-Eisen tritt in einigen Freiburger Eisensauen auf. Th. S.

Eisensäure, von Fremy entdeckt. Es ist bis jetzt nicht glücklich, weder die Säure isolirt in reinem Zustande, noch eins ihrer Salze rein darzustellen. Fremy gab ihre Zusammensetzung als durch die Formel FeO_3 ausdrückbar an. H. Rose und D. Smith haben dies durch ganz verschiedene Analysemethoden bei, auf verschiedene Weise dargestellter Säure als richtig nachgewiesen. Nach Fremy wird die Säure entweder auf trockenem Wege erhalten durch Glühen eines Gemenges von 1 Thl. Eisenfeile mit 2 Thln. Salpeter, oder auf nassem Wege, durch Behandeln einer Auflösung von kaustischem Kali, worin Eisenoxydhydrat suspendirt ist, mit einem raschen Strome von Chlorgas in der Wärme. Es entsteht Chlorkalium und der freiwerdende Sauerstoff oxydirt das Eisenoxyd zu Eisensäure, die sich mit dem Kali verbindet zu einer dunkelrothen, bei starker Verdünnung amethystrothen Flüssigkeit, die an der Luft sich allmählig unter Sauerstoffentwicklung und Abscheidung von Eisenoxyd zerlegt, wobei sich bisweilen eine grüne Färbung zeigt, die von eingemengtem mangansauren Kali herrührt (H. Rose). D. Smith glaubt, dass sie bedingt werde durch eine zwischen dem Oxyd und der Säure liegende Oxydationsstufe des Eisens. Nach Tromsdorff, Wackenroder und Otto gelingt die Bereitung der Säure auf trockenem Wege mit Salpeter sehr gut, wenn man 1 Thl. Eisenfeile mit 12 Thln. Salpeter gemischt in einen schwach rothglühenden, sehr geräumigen Tiegel auf einmal einträgt und vom Feuer entfernt (etwa ein Loth des Gemenges in einen Tiegel, der 1 Pfund Wasser fassen kann), die erstarrte Masse noch heiß pulvert und in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt. Bei der Bereitung mit Chlorgas muss die Kalilauge concentrirt und kein Ueberschuss von Chlorgas angewandt werden, weil sich sonst die Eisensäure zersetzt.

Poggendorff hat gezeigt, dass Eisensäure gebildet wird, wenn man ein galvanisches Element zusammenstellt aus Gusseisen, welches in Kalilauge, die in einem porösen Thoncyliner enthalten ist, taucht und aus damit verbundenem Platin, welches in derselben Salpetersäure steht, wie der Thoncyliner. Sobald die Metalle einander berühren, färbt sich die Kalilauge roth von aufgelöster Eisensäure, was vielleicht von der Entstehung von Kaliumsuperoxyd abhängig ist. Schmiedeeisen und Stahl, sowie manches Gusseisen sollen nach demselben keine Eisensäure liefern, englisches Roheisen dazu am tauglichsten seyn.

Rose stellte sich eisensaures Kali dar, indem er den aus einer Platte von Gusseisen bestehenden positiven Pol einer Grove'schen Säule in einen Thoncyliner, der concentrirte Kalilauge enthielt, tauchen ließ, diesen Cylinder aber in ein mit ebenso concentrirter Kalilauge gefülltes Glas, in welches zugleich der aus Platinblech bestehende negative Pol der Säule geleitet war, stellte. Den ganzen Zersetzungsapparat stellte er in Eis, um ihn auf möglichst niedriger Temperatur zu erhalten. Er ließ den Apparat 24 Stunden in Wirksamkeit. Neben der sich bildenden Eisensäure entwickelte sich anfangs freies Sauerstoffgas am positiven Pole, und bei sehr langer Entwicklung setzten sich an dem positiven Pole kleine Krystalle von eisensaurem Kali ab, an dem negativen schlug sich, je poröser der Thoncyliner war, desto mehr Eisenoxyd nieder.

Die dunkelrothe Lösung enthält viel freies Kali und ist in dieser Vermischung am haltbarsten, obwohl immer viel leichter zersetzbar, als die Lösung von übermangansaurem Kali. Durch Verdünnen mit anderen

Salzlösungen, selbst mit reinem Wasser, erfolgt die Ausscheidung von Eisenoxyd schneller. Chlorkalium beschleunigt die Zersetzung weniger als Chlornatrium, obwohl auch mit diesem Salze gemengt, die Lösung sich nur allmählig zerlegt und sogar durch Papier ohne vollständige Zersetzung filtrirt werden kann.

Im concentrirten Zustande kann die Lösung des eisensauren Kali's gekocht werden ohne Zersetzung, aber nur etwas verdünnt, verliert sie unter Abscheidung alles Eisens als Oxyd ihre Farbe sogleich vollständig. Ammoniaksalze entfärben die Lösung augenblicklich, indem durch das vorhandene freie Kali Ammoniak entwickelt wird, welches reducirend auf die Säure einwirkt. Schweflige Säure wirkt ähnlich, durch alle Säuren, selbst diejenigen, welche die Lösungen des übermangansauren Kalis nicht zersetzen, wie Salpetersäure u. s. w., wird die eisensaure Kalilösung zerlegt.

Durch einige Salze mit organischer Säure wird die Auflösung sogleich entfärbt, z. B. durch wein- und traubensaure Alkalien, durch andere ähnliche Salze, wie citronensaure, oxal-, essig-, ameisen-, benzoë- oder bernsteinsaure, wird nur eine allmähliche Zersetzung bewirkt. Zucker, Eiweiß, sowie Alkohol bewirken eine schnelle Zerlegung, letzterer scheint dabei Aldehyd oder eine ähnliche Substanz zu bilden.

Mit Schwefelwasserstoff behandelt, erhält man eine intensiv grüne Lösung, aus der nur durch anhaltendes Kochen schwarzes Eisenoxyd abgeschieden wird, wenn sie concentrirt ist; im verdünnten Zustande wird sie beim Erhitzen braun, nach dem Erkalten aber wieder grün, ohne verändert worden zu seyn. Es hat sich offenbar ein Schwefelsalz gebildet, worin wahrscheinlich ein der Eisensäure proportionales Schwefel-eisen enthalten ist (H. Rose).

H. Rose analysirte die Verbindung, indem er eine durch Einwirkung des galvanischen Stromes erhaltene, möglichst concentrirte, durch grobes Glaspulver filtrirte Lösung mit schwefliger Säure bis zur Reduction aller Eisensäure zu Oxyd behandelte, alsdann rasch bis zum Kochen erhitze, das Eisenoxyd bei Luftausschluss abfiltrirte, in Säure löste und mit Ammoniak gefällt, sammelte, glühte und wog. Die beim Ausschluß der Luft filtrirte, mit Salzsäure übersättigte und gekochte, mit Chlorbarium versetzte Lösung lieferte einen Niederschlag von schwefelsaurer Baryterde, woraus die Sauerstoffmenge berechnet wurde, welche die Eisensäure bei ihrer Reduction zu Oxyd an die schweflige Säure bei ihrer Oxydirung abgegeben hatte. Die erhaltenen Mengen stimmen genau mit den für die Formel $\text{Fe} + 3\text{O}$ berechneten Zahlen. Nach Smith erhält man durch Versetzen der eisensauren Kalilösung mit Chlorbarium ein ziemlich beständiges, schwer oder unlösliches dunkel carmoisinrothes Salz in Pulverform, dessen Zusammensetzung ihn zu der auch von Rose gefundenen Formel für die Säure führte. Schn.

Eisenschaum. Das schmelzende Eisen im Hohofen nimmt meist, durch seine Berührung mit dem Brennmaterial und den kohlenstoffreichen Gasarten, mehr Kohlenstoff auf, als es bei der Erstarrung in sich erhalten kann. Ein Theil dieses überschüssigen Kohlenstoffs sondert sich daher hierbei in der ganzen Masse des Roheisens aus, in Gestalt von kleinen Graphitblättchen (gleich dem Glimmer im Granite) und macht dadurch das Roheisen zu einem sogenannten grauen. Oft aber ist der Ueberschuss des Kohlenstoffs so groß, dass sich auf der

erstarrenden Oberfläche solchen grauen Roheisens, und auch zuweilen in inneren Drusenräumen, krystallinische Vegetationen bilden, welche aus einer Zusammenhäufung von Graphitblättchen bestehen und Eisenschäum genannt werden. Dieser künstliche Graphit, welcher übrigens ganz die Krystallform des natürlichen hat, ist stets durch eine gröfsere oder geringere Menge von Eisen verunreinigt. Auch Kieselerde kann darin vorkommen. Will man daher den Eisenschäum als reinen Kohlenstoff benutzen, so muss derselbe erst von seinen (wahrscheinlich nur mechanischen) Verunreinigungen befreit werden, was am besten durch längeres Kochen zuerst mit Salzsäure, und dann mit kaustischem Kali und zuletzt durch Glühen in Chlorgas geschieht.

Th. S.

Eisenschlacke. Die Gebirgsarten, welche die Eisenerze begleiten, schmelzen beim Hohofenprocesse zu einer glasartigen Masse, der Eisenschlacke, zusammen. Die Bildung einer solchen Eisenschlacke ist nicht etwa blofs ein nothwendiges Uebel, sondern sie ist ein Erforderniss für den guten Ausfall des Schmelzens, indem sie hauptsächlich den gebildeten, schmelzenden Eisenpartikeln als eine schützende Hülle gegen die oxydierende Wirkung des Gebläsestromes dienen soll. Alle Eisenschlacken sind Silicate mit verschiedenartigen Basen, unter denen jedoch Kalkerde, Thonerde und Talkerde in der gröfsten Menge und Häufigkeit auftreten. Ein kleiner Eisenoxydulgehalt (1 — 4 Proc.) pflegt auch nie zu fehlen. Meist sind diese Basen in einem solchen Verhältnisse mit Kieselsäure verbunden, dass der Sauerstoffgehalt der letzteren etwa doppelt so grofs ist, als der der ersteren zusammengenommen. Der Hüttenmann bezeichnet derartige Verbindungen mit dem Namen Bi-Silicate; nach gewöhnlicher, chemischer Nomenclatur müssen sie dagegen Zweidrittel-Silicate genannt werden. Die Farbe der Eisenschlacken kann sehr verschieden, weifslich, grünlich, bräunlich etc. seyn. Zuweilen erhält man mehr oder weniger schön blau gefärbte Schlacken, deren Farbe, wie Kersten gezeigt hat, von Titan (wahrscheinlich Titanoxyd) herrührt. — Zuweilen versteht man auch unter Eisenschlacken diejenigen Schlacken, welche sich beim Eisen-Frischprocesse bilden, und gewöhnlich Frischschlacken genannt werden, während man die der erstern beschriebenen Art mit dem Namen Hohofenschlacken bezeichnet. Die Frischschlacken sind fast reine Eisenoxydul-Silicate, nur zuweilen durch geringe Mengen von Manganoxydul-, Kalkerde-, Talkerde-, Thonerde- und Alkali-Silicaten verunreinigt. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten derselben, nämlich die gaare und die rohe Frischschlacke. Erstere ist, nach hüttenmännischer Bezeichnung, ein Sub-Silicat, letztere ein Singulo-Silicat. In der erstern ist der Sauerstoffgehalt der Kieselerde nur $\frac{1}{2}$ von dem des Eisenoxyduls, und in der andern sind beide gleich grofs. Beide Arten von Silicaten treten oft in deutlich ausgebildeten Krystallen auf, welche in ihrer Form ganz denen des Olivins gleichkommen. Es ist dies leicht zu erklären, wenn man berücksichtigt, dass die Formel des Olivins $3 \text{ MgO}, 3 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_3$ ist. Dass aber das Sub-Silicat $6 \text{ FeO} \cdot \text{SiO}_3$ auch dieselbe Krystallform besitzt, wird wohl nur dann erklärbar, wenn man annimmt, dass der Theil des Eisenoxyduls, welchen das Sub-Silicat mehr enthält als das Singulo-Silicat, nur mechanisch (wenigstens bei der erstarrten Schlacke) eingemengt sey. Dass sich dieser Theil des Eisenoxyduls in keiner so innigen Ver-

bindung mit der Kieselerde befindet wie der andere, geht übrigens schon daraus hervor, dass derselbe, bei stärkerm Erhitzen mit leicht oxydirbaren Körpern, seinen Sauerstoffgehalt abgibt, wodurch sich aus der gaaren Frischschlacke eine rohe bildet, und metallisches Eisen abgeschieden wird. Auf diesem Umstand beruht eben die wichtige oxydirende Eigenschaft der gaaren Frischschlacke beim Frischprocesse. Sowohl der überschüssige Kohlenstoff als der Siliciumgehalt des Roh Eisens werden hierdurch aus demselben entfernt. *Th. S.*

Eisenseife, *Sapo Ferri*, Eisenpflaster wird die Verbindung von fetten Säuren mit den Oxyden des Eisens genannt.

Eisenvitriollösung mit Oelseifenlösung gemischt, liefert einen grünlichweißen, durch Auswaschen an der Luft und Schmelzen grünlichschmutzig werdenden pflasterähnlichen Niederschlag, der in Wasser unlöslich, in Terpentinöl, Aether und fetten Oelen löslich ist. 5 Thle. Vitriol auf 6 Thle. Seife sind hinreichend; mit Talgseifen ist der Niederschlag noch etwas härter. Die Eisenoxydsalze liefern braunrothe, etwas weichere, geschmeidigere Niederschläge. *Schn.*

Eisensinter s. Eisenpecherz.

Eisenstein pflegt man jedes in compacter Form vorkommende Eisenerz zu nennen. *Th. S.*

Eisensteinmark (*Terra miraculosa Saxoniae*) ist ein Thonerde- und Eisenoxyd-Silicat mit Wassergehalt, welchem, nach Schüler's Analyse, die Formel: $2 \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{SiO}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$ zukommt. Jedoch treten auch kleine Mengen von Kalkerde, Talkerde, Kali und Manganoxyd darin auf, die sich nicht gut in eine Formel bringen lassen. Es bildet derbe, erdige Massen von lavendel- bis pflaumenblauer Farbe, mit weißen oder rothen Zeichnungen. Findet sich als Lager von geringer Mächtigkeit im Steinkohlengebirge bei Planitz (in der Gegend von Zwickau) in Sachsen. *Th. S.*

Eisensulfocyanid erhält man durch Lösung von frisch niedergeschlagenem Eisenoxydhydrat in Schwefelcyanwasserstoffsäure und Abdampfen der Flüssigkeit als eine intensiv dunkelrothe, zerfließliche Masse, welche sowohl in Wasser als Alkohol leicht löslich ist. Die Farbe dieser Verbindung ist so intensiv, dass durch Schwefelcyanwasserstoff die kleinste Menge von Eisenoxyd in einer Lösung sichtbar gemacht werden kann. Durch starke Säuren wird die rothe Farbe in Gelb verwandelt. In Gläsern dem Sonnenlicht ausgesetzt, soll eine verdünnte Lösung dieses Salzes nach Grotthus sich entfärben, und dies am schnellsten durch die grünen Strahlen des Spectrums stattfinden; wenn die Lösung aber in offenen Gefäßen direct von den Sonnenstrahlen getroffen wird, soll sie sich nicht entfärben oder entfärbt die rothe Farbe wieder annehmen. *Schn.*

Eisensulfocyanür entsteht bei der Lösung von Eisen in Schwefelblausäure, in fester Form ist es nicht bekannt; die Lösung ist schwach blaugrün, schmeckt ähnlich wie Eisenvitriol, oxydirt sich an der Luft und wird schnell intensiv roth. In Verbindung mit Schwefelcyankalium erhält man es durch gelindes Erhitzen eines Gemenges von Schwefel mit Ferrocyankalium bis zum anfangenden Schmelzen und Lösen der Masse in Wasser. *Schn.*

Eisensulfuret, Einfach - Schwefeleisen, Eisensulfür, FeS

Wenn Eisenblechstücke und Schwefel in einem verschlossenen Gefäße eine Zeit lang einer erhöhten, jedoch nur soviel gesteigerten Temperatur ausgesetzt werden, dass die entstehende Verbindung nicht schmilzt, so findet man nach dem Erkalten das Blech mit einer Rinde von gelblichem, metallischglänzendem Eisensulfuret bedeckt, die beim Biegen der Bleche abfällt. Hat man bis zum Schmelzen der Verbindung erhitzt, so erhält man, wenn Eisen im Ueberschuss vorhanden, Gemenge von Sub-sulfureten, wenn Schwefel vorherrscht, Gemische von Bisulfuret mit Eisensulfuret. Ferner wird diese Schwefelungsstufe durch Niederschlagen von Oxydsalzen mit Sulphydraten erhalten. In diesem Zustande oxydirt es sich äußerst schnell an der Luft. Auch durch Mengen von $3\frac{1}{2}$ Thl. Eisenfeile mit 2 Thln. Schwefelpulver und Anrühren mit Wasser entsteht unter beträchtlicher Erwärmung Einfach-Schwefeleisen. Im Großen geht die Erhitzung bis zum Glühen. Es ist ein Bestandtheil des Buntkupfererzes.

Das erste Eisensubsulfuret wird nach Arfvedson erhalten durch Glühen von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd in einem Strome von Wasserstoffgas. Unter Entweichung von Wasser und schwelliger Säure bleibt ein schwarzgraues, metallischen Strich gebendes, in verdünnten Säuren unter Entwicklung von 7 Vol. Wasserstoff auf ein Vol. Schwefelwasserstoff lösliches, nach der Formel Fe_8S zusammengesetztes Pulver zurück.

Das zweite nach der Formel Fe_2S zusammengesetzte Eisensubsulfuret erhält man nach Arfvedson durch gleiche Behandlung von wasserfreiem schwefelsauren Eisenoxydul mit Wasserstoff als graues, in verdünnten Säuren unter Entwicklung von 1 Vol. Wasserstoff auf 1 Vol. Schwefelwasserstoffgas lösliches Pulver. Dieselbe Schwefelungsstufe ist in manchen Producten der Hüttenschmelzprocesse, wo sich Gemenge verschiedener Schwefelmetalle bilden, häufig enthalten. Beide Sub-sulfurete in Schwefelwasserstoff zum Glühen erhitzt, nehmen Schwefel auf und verwandeln sich in dem Magnetkiese gleich zusammengesetztes Schwefeleisen.

Das Eisensesquisulfuret, Fe_2S_3 , bildet sich, wenn Eisenoxyd, aber kaum bis zu der Temperatur des kochenden Wassers erhitzt, einem Strome von Schwefelwasserstoffgas ausgesetzt wird. Auch in der Kälte entsteht diese Verbindung durch Behandeln mit Schwefelwasserstoff, sowohl von getrocknetem Oxydhydrat, wie von feuchtem, nur dass bei ersterem die Zersetzung langsamer, aber unter wahrnehmbarer Temperaturerhöhung, bei letzterem rascher, aber ohne Wärmeentwicklung vor sich geht. Das völlige Austrocknen muss im luftleeren Raume geschehen, weil die feuchte Verbindung an der Luft schnell in ein Gemenge von Eisenoxyd und Schwefel zerfällt. Einmal getrocknet zersetzt sie sich an der Luft nicht. Dies dem Eisenoxyd proportional zusammengesetzte Schwefeleisen hat eine gelbe, etwas minderglänzende Farbe als Schwefelkies. In verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure entwickelt es Schwefelwasserstoff und Eisenbisulfuret von der ursprünglichen Form der angewandten Stücke bleibt zurück; feucht sind diese zerdrückbar, gewinnen aber durch Austrocknen festen Zusammenhang. Auch wenn eine neutrale Eisenoxydlösung zu der Lösung eines Sulphydrats tropfenweise gegossen wird, bildet sich diese Schwefelungsstufe. Wenn das Sulphydrat in die Eisenlösung gegossen wird, findet Desoxydation des Oxyds zu Oxydul unter

Abscheidung von Schwefel und alsdann von Einfach-Schwefeleisen Statt. Auch ist das Eisen in diesem Verhältniss mit Schwefel verbunden in dem Kupferkies vorhanden. Vom Magnet wird es nicht angezogen, bei anfangendem Glühen giebt es Schwefel ab und verwandelt sich in Magnetkies.

Eisenbisulfuret, Eisenpersulfuret. Nach der Formel FeS_2 zusammengesetzt, entsteht durch Erhitzen, aber nicht bis zum Glühen, von Eisenoxyd in Schwefelwasserstoffgas; es entweicht anfangs Wasser, durch darin suspendirten Schwefel getrübt, und schwellige Säure, zuletzt aber entweicht Wasserstoff, indem die anfangs gebildete niedrigere Schwefelungsstufe mehr Schwefel aufnimmt. Wählt man zu diesem Versuche natürlich vorkommende Krystalle von Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat oder kohlen-saurem Oxydul, so werden diese zersetzt, ohne ihre Form zu verändern; man erhält auf diese Weise Krystalle von Schwefeleisen in einer Krystallform, welche anderen Mineralien angehört, sogenannte Afterskrystalle, die den Glanz und selbst zum Theil die Spaltbarkeit jener beibehalten haben (Berzelius).

Wenn auf trockenem Wege bereitetes Schwefeleisen mit seiner halben Menge Schwefel innig gemengt, bei einer nicht bis zum Glühen steigenden Temperatur destillirt wird, so erhält man ein gelbgraues voluminöses, metallisch aussehendes Pulver, welches vom Magnet nicht angezogen wird, und dieselbe Zusammensetzung besitzt. In der Natur kommt es als Schwefelkies mit hell messinggelbem, starkem Metallglanz und in Formen des regulären Systems krystallisirt sehr häufig vor. Andere Abänderungen von gleicher Zusammensetzung werden Wasser-, Strahl- oder Speerkies genannt. Künstlich erhält man es in kleinen messinggelben Octaëdern krystallisirt, wenn man ein Gemenge von Eisenoxyd, Schwefel und Salmiak in einem Glaskolben langsam bis zur vollständigen Sublimation des Salmiaks erhitzt (Wr.).

Schwefeleisen entweder nach der Formel $6 \text{FeS} + \text{FeS}_2$ oder $5 \text{FeS} + \text{Fe}_2\text{S}_3$ kommt in der Natur als Magnetkies vor. Es bildet sich stets, wenn Eisen in einer Temperatur mit überschüssigem Schwefel behandelt wird, die den Ueberschuss des letzteren austreibt und Glühhitze ist. Es bildet sich daher bei fast allen Bereitungen von künstlichem Schwefeleisen in der Hitze. Es wird von verdünnten Säuren aufgelöst. Zu dem Behuf der Schwefelwasserstoffentwicklung bereitet man sich das Schwefeleisen auf sehr verschiedene Weise. Ein sehr gut für analytische Zwecke anwendbares erhält man, wenn in einem hessischen Tiegel mittelgroße, etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Eisennägel bis zum Weißglühen erhitzt und nun so lange Schwefelstücke darauf geworfen werden, bis derselbe abbrennt. Man gießt die Masse alsdann am besten in einen alten hessischen Tiegel oder auch auf eine trockene gusseiserne Platte aus. Geschieht dies nicht, so muss der Schmelztiegel zerschlagen werden, um das gebildete Schwefeleisen herausnehmen zu können. Es ist eine schwere, innen metallisch glänzende, sehr harte krystallinische Masse, die heiß zerschlagen, sogleich bunt anläuft, sich aber an der Luft und in Wasser nicht verändert, von verdünnten Säuren langsam, nicht stürmisch zerlegt wird. Ein ähnliches Präparat erhält man, wenn Stangen-eisen, bis zum Funkensprühen vor dem Gebläse einer Esse erhitzt, über eine Schale mit Wasser gehalten und mit Schwefel bestreut wird, wo dann das Schwefeleisen tropfenweise herabrinnt und sich als Kugeln unter dem Wasser ansammelt; ferner, wenn eine weißglühende Eisenstange in ein mit Schwefel gefülltes Gefäß von Gusseisen getaucht wird.

Diese Methode ist zuerst von Gahn angegeben worden. Die beiden letzteren Arten haben den Vorzug, dass man nie Eisen mit dem Schwefeleisen gemengt erhält, dass sich daher bei der Zersetzung durch Säuren nie Wasserstoff zugleich mit dem Schwefelwasserstoff entwickelt, was freilich bei den meisten analytischen Versuchen gleichgültig ist. Schwefeleisen ist in schmelzendem Eisen leicht löslich, man kennt die Grenzen der Löslichkeit nicht. Aber schon geringe Mengen von Schwefeleisen ertheilen dem Schmiedeeisen die Eigenschaft, in der Rothglühhitze seine Geschmeidigkeit zu verlieren, rothbrüchig zu werden und es gehört dazu oft nur eine äußerst geringe Menge.

Wie bei dem Eisensulfuret angeführt, verbinden sich Eisen und Schwefel in pulverigem Gemenge mit Wasser angerührt. An der Luft nimmt die Verbindung aber sehr rasch, oft unter bis zum Glühen gehender Erwärmung Sauerstoff auf und mit verdünnten Säuren entwickelt sich der Schwefelwasserstoff daraus so rasch, dass sie zu analytischen Zwecken weniger brauchbar ist.

Wenn aus gröblich gepulvertem Schwefelkies in schlecht verschlossenen Gefäßen der Schwefel ausgetrieben, wobei die Masse während der Abkühlung Sauerstoff aufnehmen kann, oder wenn rothes Eisenoxyd mit Schwefel gemengt, bei einer Temperatur, in der der überschüssige Schwefel abdestillirt, in einer Retorte erhitzt wird, aber nicht bis zum Glühen, so erhält man ein kastanienbraunes, in Säuren nur langsam ohne Schwefelwasserstoffentwicklung zu Oxydulsalz lösliches Pulver, das vom Magnet angezogen wird und bei geringer Erwärmung wie Feuerschwamm verglüht. Seine Zusammensetzung ist nicht näher untersucht

Schn.

Eisentinctur, gemeine. *Tinctura Martis adstringens.* 1 Thl. Eisenfeile wird mit 6 Thln. rohem Essig gekocht und die gesättigte, auf den vierten Theil verdampfte Lösung mit Zimmtwasser vermischt. Die *Tinct. acetatis Ferri* der Edinb. und Dubliner Pharmacopöe ist ebenfalls eine Lösung von essigsaurem Eisenoxydul, aber in Weingeist, durch Digestion von 1 Thl. Eisenvitriol und 2 Thln. essigsauren Kali's mit 20 Thln. Weingeist zu erhalten. Klaproth's Eisentinctur wird durch Lösung von Eisenoxydhydrat in Essigsäure und Versetzen der Lösung mit ätherhaltigem Weingeist erhalten. Ueber Ludwig's tartarisirte Eisentinctur s. Eisenweinstein. Ueber salzsaure Eisentinctur, *Tinct. ferri muriatici s. salita* s. Eisenchlorür. Ueber Stahl's alkalisirte Eisentinctur s. Eisenoxydsalze. Ueber Bestuscheff's ätherhaltige Eisentinctur s. Eisenäther.

Schn.

Eisenvitriol. Die Eigenschaften des reinen Salzes s. schwefelsaures Eisenoxydul. Der Eisenvitriol kommt als neueres, natürliches Erzeugniß sowohl in verschiedenen Wässern (besonders Grubenwässern) aufgelöst, als auch in fester, krystallinischer Gestalt vor. In beiden Fällen verdankt er seine Entstehung der Verwitterung von schwefel- und eisenhaltenden Mineralien, besonders des Schwefelkieses, Speerkieses und der verschiedenen Magnetkiese. In fester Gestalt tritt er entweder in Krystallen auf, welche ein ganz übereinstimmendes Aussehen mit den künstlich hervorgebrachten haben, oder er bildet draht-, büschel- oder haarförmige Vegetationen (Auswitterungen). Zuweilen findet er sich auch als stalaktitenförmiger Ueberzug. Die künstliche Darstellung des Eisenvitriols geschieht meist auf ganz ähn-

liche Weise, auf welche ihn die Natur hervorbringt. Nur in den wenigsten Fällen ist es ökonomisch vortheilhaft, Eisenvitriol durch Auflösung von Eisen in verdünnter Schwefelsäure zu bereiten. In einem solchen Falle wendet man zur Lösung von 100 Thln. Stabeisen-Bruchstücken (Gusseisen ist meist zu unrein) 150 bis 160 Thle. concentrirter Schwefelsäure an, welche mit dem dreifachen Gewichte Wasser verdünnt werden. Eigentlich sind zu 100 Thln. reinem Eisen etwa 183 Thle. concentrirter Schwefelsäure erforderlich; man thut aber besser in dem angeführten Verhältnisse weniger zu nehmen, weil man dadurch verhindert, dass sich Eisenoxysalz, durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft, in der Auflösung bilden und erhalten kann, indem dies durch das überschüssige Eisen sogleich zersetzt wird. Die erhaltene Vitriolsolution ist so concentrirt, dass sie leicht zum Krystallisiren gebracht werden kann. Am häufigsten wird der Eisenvitriol durch zweckmäßige Behandlung der oben genannten natürlich vorkommenden Schweflungsstufen des Eisens gewonnen. Wendet man gewöhnlichen Schwefelkies hierzu an, so muss derselbe, besonders wenn er in größeren, compacten Stücken vorkommt, erst einer höhern Temperatur ausgesetzt werden. Entweder kann man ihn rösten, oder auch in verschlossenen Räumen, zur Gewinnung eines Theils seines Schwefels, erhitzen. Das Rösten geschieht meist in Haufen mit untergelegtem Scheitholz und der letztere Process in einem Schwefeltreibofen, wie er bei der Gewinnung des Schwefels gebraucht wird. Durch die Röstung wird sogleich ein Theil schwefelsaures Eisenoxydul erzeugt, jedoch bleibt noch ein Theil des abgeschwefelten Kiesel hierbei unoxydirt, und man lässt daher die ausgebrannten Rösthaufen noch längere Zeit an der Luft liegen, um sie der fernern Zersetzung, durch Verwitterung, auszusetzen. Durch die zweite Methode, das Abtreiben eines Theils Schwefel ohne Luftzutritt, erhält man als Rückstand (Schwefelabbrände) eine Verbindung von Schwefel und Eisen von demselben Verhältnisse, wie sie natürlich im Magnetkiesel vorkommt, nämlich $6 \text{ FeS} + \text{FeS}_2$. Dieser Rückstand geht nun ebenfalls, wenn er der Luft ausgesetzt wird, nach längerer Zeit in Verwitterung über. Der Magnetkiesel, wenn er nicht in zu derben Stücken vorkommt, verwittert von selbst, allein es ist doch besser, auch diesen vorher zu rösten, weil man dadurch seine Zersetzung sehr beschleunigt. Nur der sogenannte Leberkiesel (Speerkiesel, Vitriolkiesel) bedarf meist gar keines Brennens, was um so weniger geschehen kann, wenn derselbe in Torf, Braunkohlen oder dergleichen sehr brennbaren Stoffen vorkommt. Es scheint, dass der Grund der leichten Verwitterbarkeit des Leberkiesel in einer kleinen Einmischung von FeS zu suchen sey. Aus welchen von den genannten Materialien nun auch die Haufen aufgeschichtet seyn mögen, in denen sich Eisenvitriol erzeugen soll, so werden stets mindestens 6 Monate erfordert, bis fast alles Schwefeleisen zersetzt ist. Der Boden, auf welchem diese Haufen liegen, muss entweder mit Steinplatten belegt seyn, oder aus festgestampftem Letten bestehen, und zugleich muss er eine Neigung nach einer Seite hin haben, damit sowohl das durchfließende Regenwasser, als auch anderes, daraufgegossenes Wasser gesammelt und abermals aufgegossen werden kann, bis sich hierdurch eine Vitriollauge von 20 bis 25 Proc. Vitriol erzeugt. Um die Bildung einer so concentrirten Lauge zu beschleunigen, ist es rathsam, die Haufen mehreremals umzustechen, wodurch neue

Oberflächen für die Verwitterung gebildet werden. Die Rohlauge von der angegebenen Stärke wird nun durch Versieden bis auf 48 Proc. concentrirt. Zuweilen wendet man auch Lauge von nur 7 bis 8 Proc. Vitriol zum Versieden an, dann aber geschieht dies in zwei Abschnitten, dem sogenannten Rohsude und dem Garsude. Durch den Rohsud wird die Lauge von jenem geringen Gehalte bis auf 20 bis 25 Proc. Vitriol gebracht. An einigen Orten hat man auch versucht, die Rohlauge durch Dornengradirung zu concentriren, so z. B. zu Fahlun. Dies ist aber mit dem üblen Umstande verbunden, dass ein nicht unbedeutender Theil des Eisenvitriols, unter Abscheidung von $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ in saures schwefelsaures Eisenoxyd übergeht, weshalb die gradirte Lauge nachher mit Eisen gekocht werden muss, damit sich an die Stelle dieses Salzes wieder neutrales Oxydsalz erzeuge. Das Versieden der Rohlauge geschieht meist in bleiernen Pfannen; neuerlich hat man aber angefangen, es in Flammenöfen vorzunehmen, in denen sich die Lauge auf dem, gleich einer Pfanne, von Steinen zusammengesetzten Heerde befindet, und die Flamme darüber hinweg geleitet wird. Diese Art der Versiedung soll eine Ersparniss an Brennmaterial und eine geringere Oxydation der Lauge zur Folge haben. Metallisches Eisen muss jedoch hier so gut, wie in den bleiernen Pfannen zugegen seyn, damit sich kein Oxydsalz in der Auflösung erhalten kann. Während des Siedens scheidet sich ein braungelber Bodensatz ab, von der Zusammensetzung $2 (3 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3) + 9 \text{H}_2\text{O}$. Dieser wird später gegläht und das dadurch erhaltene braunrothe Eisenoxyd als Farbe gebraucht. Die bis zu 48 Proc. Vitriol herangesottene Lauge wird 12 Stunden in einem Kühlfasse der Ruhe und Klärung überlassen und darauf in die verschiedenen Krystallisationsgefäße (Wachsfässer) vertheilt, in welche man vorher Rechen oder Reisige gehängt hat. Die Krystallisation ist nach 12 bis 14 Tagen vollendet. Die hierbei fallende Mutterlauge ist zuweilen so stark thonerdehaltig, dass sie zur Alaunfabrikation benutzt werden kann. Man versetzt sie meist, zur Bildung von Alaunmehl, mit Seifensiederfluss. Bei der Bereitung des Cementkupfers (s. dieses) erhält man Eisenvitriol als Nebenproduct. Aller im Großen gewonnene Vitriol ist mehr oder weniger unrein. Als verunreinigende Bestandtheile können darin auftreten Kupferoxyd, Zinkoxyd, Manganoxydul, Nickeloxydul, Thonerde, Talkerde etc. Bei gewissen Anwendungen des Eisenvitriols, besonders in der Färberei, können solche Verunreinigungen oft schädlich seyn. — Der Eisenvitriol hat eine sehr ausgedehnte Anwendung. Seiner desoxydirenden Eigenschaft bedient man sich bei der Goldscheidung und Indigoküpe; ferner benutzt man ihn zur Darstellung verschiedener Präparate, wie Eisenoxydul, Eisenoxyd, Berlinerblau, Vitriolöl (wobei zugleich Colcothar gewonnen wird), essigsäures und holzessigsäures Eisenoxydul, Dinte etc.; in der Färberei dient er zur Hervorbringung von schwarzer und blauer Farbe. Wenn man seine desoxydirende Eigenschaft benutzen will, muss derselbe natürlich in einem frischen, unoxydirten Zustande seyn. Das Gegentheil wird dagegen erfordert bei der Bereitung der Dinte und bei seiner Anwendung zum Schwarz- und Blaufärben. — Der sogenannte Adler-Vitriol besteht aus einer Mischung von Eisenvitriol und Kupfervitriol (s. diesen). Th. S.

Eisenwässer, auch **Stahlwässer**, pflegt man im Allgemeinen alle eisenhaltigen Mineralwässer zu nennen, besonders aber die, welche kohlen-saures Eisenoxydul aufgelöst enthalten, und bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft einen gelbbraunen Niederschlag von Eisenoxydhydrat absetzen. Kohlen-saures Eisenoxydul ist nicht in reinem, wohl aber in kohlen-säurehaltigem Wasser löslich, freie Kohlensäure bildet daher auch einen charakteristischen Bestandtheil der Eisenwässer. Außerdem können noch verschiedene andere Bestandtheile darin auftreten, wie: kohlen-saures, salzsaures und schwefelsaures Natron, kohlen-saure Kalkerde, kohlen-saure Talkerde, Thonerde, Kieselerde etc. Dass die freie Kohlensäure der Eisenwässer im Innern der Erde nur durch Druck zurückgehalten wird, geht daraus hervor, dass ein großer Theil derselben sich in Bläschen entwickelt, sobald solche eisenhaltige Quellen die Erdoberfläche erreicht haben. Theils durch diese Verminderung der auflösenden Kohlensäure im Quellwasser, theils durch Einwirkung des Sauerstoffgases der atmosphärischen Luft, wird der oben erwähnte Eisenoxyd-Niederschlag gebildet. Was die Bildungsart der Eisenwässer anbelangt, so ist v. Buch der Meinung, dass sie aus dem Zusammentreffen von warmen Quellen (Thermalwässern) mit gewöhnlichen entstehen. Die Thermal-Quellen, welche, nach der Annahme der meisten Geologen, aus solchen Theilen des Erdinnern kommen, wo eine höhere, vielleicht durch einen nahe liegenden vulcanischen Heerd veranlasste Temperatur herrscht, sind meist stark kohlen-säurehaltig, lassen aber ihre Kohlensäure, eben wegen ihrer höhern Temperatur, sobald sie nur gewöhnlichem Atmosphärendrucke ausgesetzt sind, schneller entweichen, als kältere Wässer. Die Meinung v. Buch's wird dadurch unterstützt, dass die Eisenwässer stets eine etwas höhere Temperatur haben, als andere in ihrer Nachbarschaft vorkommende gewöhnliche Quellen. Diese höhere Temperatur könnte jedoch zuweilen einen andern Grund haben, als den angeführten. Wenn Quellen ihren Weg durch Gebirgsarten nehmen, in denen eingesprengte Eisenkiese sich in einem Zersetzungsprocesse befinden, so wird das Quellwasser hierdurch schwefelsäurehaltig und zugleich erwärmt werden; trifft aber solches Quellwasser in seinem weitem Laufe auf kohlen-sauren Kalk, so wird sich Gyps bilden und die entwickelte Kohlensäure wird vom Wasser aufgenommen werden. Dass kohlen-säurehaltiges Wasser, namentlich unter höhern Drucke, selbst auf Gesteinarten, wie Feldspath und andere Silicate, auflösend wirkt, kann, namentlich durch die *Struve'schen* Versuche, als erwiesen angesehen werden. — Einige Eisenwässer haben ihr Hauptreservoir auch wohl in Sümpfen, wo durch die Verwesung organischer Substanzen Kohlensäure entwickelt wird. Manche derselben enthalten dann das Eisen als quellsaures Eisenoxydul. — Wegen ihrer Heilkräfte berühmte Eisenwässer sind, unter andern, zu Pyrmont, Spaa, Aachen und Burtscheid.

Th. 8.

Eisenweinstein. **Stahlweinstein**. *Tartarus ferratus s. chalybeatus*, *Tartras kalico-ferricus*. Weinsaures Eisenoxydkali. Im unreinen Zustande als Eisenkugeln (*Globuli martiales*) in der Pharmacie gebräuchlich. Rein wird er dargestellt durch Lösung von Eisenoxydhydrat in Wasser, welches mit Weinstein versetzt ist. Die preussische Pharmacopöe schreibt vor, $1\frac{1}{2}$ Th. Eisenöl mit Kali zu fällen, gut auszuwaschen und das erhaltene Oxyd mit 1 Thl. Weinstein und 8 Thln. Wasser zu versetzen, zur Extractconsistenz zu verdampfen, wieder in

3 Thln. Wasser zu lösen, zu filtriren und in sehr gelinder Wärme zur Trockne zu bringen.

Nach einer anderen Vorschrift wird Eisenfeile mit 4 Thln. reinem Weinstein und 6 Thln. Wasser unter beständiger Ersetzung des Wassers in offenen Gefäßen so lange unter Umrühren bis zum Kochen erhitzt, bis alles Eisen gelöst ist. Anfangs bildet sich unter starker Gasentwicklung weinsaures Eisenoxydalkali, was schwer löslich und weiß ist. Durch Luftzutritt entsteht Oxydsalz, was sich mit dunkelbrauner Farbe vollkommen löst, filtrirt und zur Trockne verdampft wird. Die Lösung des Eisens wird bedeutend beschleunigt nach Hante, wenn einige Silberstücke in das Gemenge gelegt werden. Es ist eine gelbbraune, etwas in's Grünliche ziehende Salzmasse, an der Luft feucht werdend, von süßlichem, schwach alkalischem, wenig eisenartigem Geschmack, in 4 Thln. Wasser, in Alkohol fast nicht löslich. Säuren schlagen daraus basisch weinsaures Eisenoxyd, keinen Weinstein nieder. Bei Zusatz eines Ueberschusses an Säure wird das basische Salz wieder gelöst.

Die Stahlkugeln werden durch Digestion von 1 Thl. Eisenfeile mit 3 Thln. rohem Weinstein und Wasser erhalten. In flachen Gefäßen einer gelinden Wärme ausgesetzt, lässt man den Brei so lange stehen, bis das Eisen vollständig oxydirt ist, dampft dann zu starker Extractconsistenz ein und formt daraus Kugeln von 1—2 Loth Schwere, die dann vollständig getrocknet werden. Sie sind braunschwarz durch den Gerbsäuregehalt aus dem rohen Weinstein gefärbt, weniger löslich, als das reine Salz in Wasser, und bilden mit 8 Thln. desselben ein gallertartiges Magma; bei Zusatz von noch 4 bis 8 Theilen Wasser, darf dies nur wenig ungelöst zurücklassen.

Die Lösung von einem in Wasser gelösten, zur Trockne verdampften Gemisch von Eisenvitriol mit der doppelten Menge Weinstein oder von reinem Eisenweinstein in wässrigem Spiritus ist als *Tinctura Martis tartarisata*, s. *Ludowici* officinell. Schn.

Eisessig s. Essigsäure.

Eisöl s. Schwefelsäure, wasserfreie.

Eiter, ein bei dem Menschen und den höheren Thieren (Säugethieren) vorkommendes Krankheitsproduct, das gewöhnlich in Folge einer Entzündung gebildet wird. Man unterscheidet einen gutartigen Eiter, der sich in reifen Abscessen, in gutartigen Wunden findet, und einen schlechten Eiter (Jauche, Ichor).

Der gutartige Eiter ist eine dickliche, rahmähnliche Flüssigkeit ohne Flocken oder käsige Niederschläge, warm, von einem eigenthümlichen thierischen Geruch, der beim Erkalten verschwindet, von schwach süßlichem faden Geschmack und einem specifischen Gewichte von 1,030 bis 1,033. Er besteht wie das Blut aus einer farblosen, wässrigen Flüssigkeit, dem Eiterserum, und aus kleinen organisirten Theilen, den Eiterkügelchen oder Eiterkörperchen, welche in der Flüssigkeit suspendirt mit derselben eine Emulsion bilden.

Die Eiterkörperchen sind rundliche Zellen von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{300}$ Linie Durchmesser, die in ihrem Innern einen doppelten oder dreifachen, seltener einfachen Kern zeigen, der bisweilen schon ohne alle weitere Behandlung sichtbar ist, immer aber bei Zusatz von Essigsäure zum Vorschein kommt. Sie verhalten sich chemisch folgendermaßen: In Wasser sind sie unlöslich, durch Essigsäure werden ihre Wände durch-

sichtig und allmählig aufgelöst, die Kerne treten jedoch deutlicher hervor und werden von der Säure nicht afficirt. Von verdünnten Mineralsäuren werden die Eiterkörperchen nicht verändert, von concentrirten dagegen werden sie aufgelöst. Durch kaustische Alkalien werden sie gleichfalls aufgelöst und zwar die Zellenwände sowohl als ihre Kerne; kohlen saure Alkalien wirken ähnlich, nur langsamer, ebenso Salmiak, doch nicht immer. Weingeist, salpetersaures Silber, Kochhitze und andere Mittel, welche ein Gerinnen des Albumins zur Folge haben, wirken insofern auf die Eiterkörperchen, als sie den flüssigen, eiweißhaltigen Zelleninhalt derselben zum Gerinnen bringen. Die Eiterkörperchen bestehen demnach aus folgenden verschiedenen Substanzen: 1) aus der Substanz ihrer Zellenwände, unlöslich in Wasser, verdünnten Mineralsäuren, Alkohol, Aether; löslich in Essigsäure, kaustischen und kohlen sauren Alkalien, bisweilen auch in Salpeter und Salmiak.

2) Aus der Substanz ihrer Kerne, unlöslich in Wasser, verdünnten Mineralsäuren, Aether, Alkohol, Essigsäure; löslich in Alkalien.

3) Aus flüssigem Albumin, das sie tränkt. Die beiden festen Stoffe sind ohne Zweifel Proteinverbindungen, sind aber bis jetzt noch nicht dargestellt und analysirt.

Das Eiterserum, welches nicht durch Filtriren, nur durch Absetzen frei von Eiterkörperchen erhalten werden kann, ist eine klare, farblose Flüssigkeit, welche physikalisch sowohl als chemisch ganz mit dem Serum des Blutes übereinkommt. Es enthält Wasser, flüssiges Albumin, extractartige Stoffe, Fett, verschiedene Salze und bisweilen freie Milchsäure. In seltenen Fällen findet sich in demselben ein eigenthümlicher thierischer, durch Essigsäure und Alaun fällbarer Stoff, das Pyin.

Die quantitative Zusammensetzung des Eiters ist sehr wechselnd, wie die thierischen Flüssigkeiten überhaupt; die folgenden Analysen sollen ein Bild hiervon geben.

Eiter, von Valentin untersucht, bestand in 1000 Thln. aus: Wasser 888,4, Körperchen 69,7, Eiweiß und Kochsalz 19,2, Fette 22,7. Eiter von Güterbock untersucht enthielt: Wasser 861, Körperchen und Eiweiß 84, Alkoholextract 43, Fett 12. Lassaigue fand im Blatterneiter: Wasser 902, Körperchen und Eiweiß 60, Salze 13, Fett 25.

v. Bibra hat eine große Anzahl von verschiedenen Eiterarten analysirt. Er fand in Eiter aus einem Abscess an der Wange: Wasser 769, Eiweiß und Körperchen 160, Extract 19, Fett 24. — Eiter von einem Abscess an der Brust: Wasser 852, Eiweiß und Körperchen 91, Extract 29, Fett 33. — Eiter von einem Abscess am Hals: Wasser 907, Eiweiß und Körperchen 63, Extract 20, Fett 9.

Die Salze des Eiters sind die in thierischen Flüssigkeiten gewöhnlichen: Chlornatrium, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, Chlormagnesium, phosphorsaure Magnesia, schwefelsaures Kali, Spuren von Eisen und Kieselerde. Die Fette sind Cholesterin, die gewöhnlichen Fette und Fettsäuren.

Was die Entstehung des Eiters betrifft, so hat man sich diese ohne Zweifel so zu denken: Durch den Entzündungsprocess wird der flüssige Theil des Blutes ohne die Blutkörperchen (das Blutplasma) von den Gefäßen ausgeschwitzt. Der Faserstoff desselben gerinnt und

verwandelt sich durch einen organischen Bildungsprocess in Eiterkörperchen, während das Blutserum unverändert bleibt und das Eiterserum bildet. Der frische Eiter reagirt anfangs alkalisch, wie das Blutserum, später wird er neutral, zuletzt sauer, wahrscheinlich durch Bildung von Milchsäure.

Man hat sich vielfach bemüht, Mittel aufzufinden, um den Eiter vom Schleim unterscheiden zu können. Dadurch entstanden die sogenannten Eiterproben. Die meisten derselben sind chemischer Art; wir wollen sie deshalb hier kurz anführen. Bei der Eiterprobe von *Grasmeyer* wird der Eiter mit etwa 12 Thln. Wasser verdünnt, innig gemischt und dann ebensoviele als die Quantität des Eiters beträgt, zerflossenes kohlen-saures Kali (*Oleum tartari per deliq.*) zugesetzt. Nach einiger Zeit wird das Gemenge zu einer Gallerte, welche sich wie concentrirte Albuminlösung in lange dicke Fäden ziehen lässt. Schleim zeigt diese Wirkung nicht. Die Wirkung dieses Verfahrens beruht darauf, dass das kohlen-saure Kali die Eiterkörperchen zu einer dicken schleimigen Flüssigkeit auflöst. Ganz ähnlich ist die Eiterprobe von *Donné*, der statt des kohlen-sauren Kalis kaustisches Ammoniak anwendet. Die Wirkung ist dieselbe. Nach *Hünefeld* soll man die zu prüfende Flüssigkeit mit einer Auflösung von Salmiak in Wasser kochen: eiterfreier Schleim bleibt dabei unverändert, während sich bei Anwesenheit von Eiter die Flüssigkeit trübt und coagulirt. Dieser Erfolg beruht auf Anwesenheit von flüssigem Albumin im Eiterserum, welches im Schleime fehlt. Doch ist nicht wohl klar, was der Zusatz von Salmiak nützen soll, dieselbe Wirkung erfolgt auch ohne Salmiak-zusatz. *Güterbock* schlägt vor, etwas von der zu prüfenden Flüssigkeit in der Oese eines Platindrahtes zu verbrennen. Der Eiter wegen seines Fettgehaltes brennt mit heller glänzender Flamme, Schleim dagegen brennt nur schwer.

Alle diese Eiterproben haben indessen keine große praktische Wichtigkeit. Die sicherste Eiterprobe liefert das Mikroskop, unter dem man die Eiterkörperchen sehr leicht an ihrer Form und dem eigenthümlichen Verhalten gegen Essigsäure erkennt, während der Schleim eine fadenziehende, durch Essigsäure coagulirbare Flüssigkeit bildet, die keine Eiterkörperchen, statt derselben aber viel größere Epithelialzellen enthält.

Der schlechte Eiter (Jauche) unterscheidet sich von dem gutartigen hauptsächlich durch den Mangel der Eiterkörperchen oder eine unvollkommene Ausbildung derselben; er besteht fast nur aus Serum, das aber häufig aufgelöstes Blutroth enthält und dann eine blutrothe Farbe zeigt. Bei Brand ist er braunroth und entwickelt Schwefelammonium.

VI.

Eiweifs und Eiweifsstoff s. Albumin, Art. Blut. Thl. I. S. 873.

Eläolith (*Nephelin*) Ein zu den Silicaten gehöriges Mineral, dessen Zusammensetzung am genauesten durch die Formel $2 \text{Na O}, 2 \text{Ka O} \cdot \text{Si O}_3 + 2 (\text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot \text{Si O}_3)$ ausgedrückt wird. Ausser den angeführten Bestandtheilen enthält es noch geringe Mengen von Eisen-oxyd und Kalkerde, und zuweilen Spuren von Salz- und Schwefelsäure. Der unbedeutende Wassergehalt des Minerals ist nicht constant. Die Krystallform des Eläoliths ist eine hexagonale Säule mit basischer End-

fläche, zu denen meist noch eine hexagonale Pyramide hinzutritt. Der Habitus der Krystalle hat zuweilen große Aehnlichkeit mit dem von Apatitkrystallen. Spaltbarkeit: besonders basisch. Bruch: mehr oder weniger muschlig. Härte: zwischen Apatit und Feldspath, fast so hart wie der letztere. Spec. Gew.: 2,60. Glanz: auf Bruch- und Spaltungsflächen fettartig, sonst glasglänzend. Theils ist der Eläolith durchsichtig und farblos, theils mehr oder weniger undurchsichtig und gefärbt. Diese Färbung scheint jedoch von keinem Metalloxyde herzurühren; es hat fast das Aussehen, als wenn dieselbe von einem organischen Stoffe bewirkt würde. Zersetzt man nämlich den braunen oder grünen norwegischen Eläolith mit Salzsäure, so hat die abgeschiedene Kieselerde dieselbe Farbe wie zuvor der Eläolith, nur in einem schwächeren Grade. Man kann diese gefärbte Kieselerde mit der überschüssigen Salzsäure sogar zur Trockniss eindampfen, ohne dass dieselbe dadurch ihre Farbe verliert, welche besonders hervortritt, wenn die Kieselerde wieder befeuchtet wird. Durch Glühen aber oder Behandlung mit Salpetersäure, besonders rauchender, wird die Farbe zerstört. — Der Eläolith kommt an mehreren Orten in großer Häufigkeit vor; so z. B. im Ilmengebirge in Russland. Der größte Theil dieses Gebirges besteht, nach G. Rose, aus einer Gebirgsart, welche weißen Feldspath, schwarzen, einaxigen Glimmer und Nephelin als Gemengtheile enthält, und in dem Zircon, Pyrochlor u. s. w. als seltener Bestandtheile auftreten. Die Gebirgsart, von G. Rose Miascit (nach dem Flusse Mias) benannt, hat auf diese Weise große Aehnlichkeit mit dem eläolithführenden Zirconsyenite von Fredriksvärn, Laurvig, Brevig und anderen Orten in Norwegen. Ein anderer Fundort des Eläoliths ist im Odenwalde (Katzenbuckel), wo derselbe als Gemengtheil eines Dolerites auftritt. Als möglicherweise vulkanisches Product findet er sich an mehreren Orten Italiens, besonders am Vesuv in dolomitischen Kalkblöcken, welche frühere Auswürflinge des Kraters zu seyn scheinen. Hier ist er meist schön krystallisirt und ungefärbt (dies ist der eigentliche, früher vom Eläolith für verschieden angesehene Nephelin). Die Krystalle sitzen in Spalten und Drusenräumen, und sehen aus wie ein Sublimationsproduct. An allen genannten Orten des Vorkommens wird der Eläolith von keiner freien Kieselerde, nämlich von keinem Quarze begleitet. Dies ist auch nothwendig, wenn unsere Meinung von dem einmaligen flüssigen oder breiartigen Zustande der krystallinischen Gebirgsarten nicht unhaltbar werden soll. Man kann nämlich den Eläolith als einen Feldspath (Albit) betrachten, welcher nur $\frac{3}{8}$ von der den Feldspathen zukommenden Kieselerde enthält. Wäre mehr Kieselerde vorhanden gewesen, so könnte bei jenem Aggregatzustande, der es den sauren und basischen Bestandtheilen der krystallinischen Gebirgsarten leicht machen musste, auf einander zu wirken, kein Eläolith, sondern es müsste ein Feldspath entstanden seyn. Ein Stück Eläolith mit einem eingewachsenen oder auch nur berührenden Quarzkorne wäre also hiernach eine Ungereimtheit. Sobald ein solches aufgefunden würde, hätten die Chemiker ein schwieriges Räthsel zu lösen. Eine Möglichkeit dazu wäre vielleicht vorhanden. Auf Dragerö bei Helsingfors in Finnland soll nämlich Eläolith verwachsen mit Glimmer, Turmalin und Quarz vorkommen.

Th. S.

Elaeopten. Die meisten flüchtigen Oele sind Gemenge aus mehreren, deren Erstarrungspunkte häufig sehr verschieden sind. Die

selbst bei niedriger Temperatur flüssig bleibenden und dadurch von den erstarrten, dem Stearopten, durch Pressen oder Abgießen trennbaren Gemengtheile werden Elaeopten genannt, von *πτηρον*, flüchtig, und *λαιον*, Oel, analog den bei den fetten Oelen gebräuchlichen Benennungen.

v.

Elaën, von Fremy entdeckt. Es entsteht bei der Destillation der Metolein- und Hydroleinsäure zugleich mit Oleen und einem dritten ölarartigen, empyreumatischen Oele. Bei der Destillation des Gemenges bei 130° gehen die beiden ersten Substanzen über, während die dritte zurückbleibt. Aus dem Destillat wird bei 55° das meiste Oleen verflüchtigt, der Rückstand dann einige Zeit bis zu 100° erwärmt gehalten und zuletzt durch Rectifikation über Kalihydrat das Elaen rein erhalten.

Es ist eine farblose, ölarartige, bei 110° siedende, schwach knoblauchartig, durchdringend riechende, in Wasser unlösliche, mit Alkohol und Aether mischbare Flüssigkeit, die in 100 Thln. 85,95 Kohlenstoff und 14,05 Wasserstoff enthält; das specifische Gewicht ihres Dampfes ist 4,488; sie brennt mit weißer leuchtender Flamme, wird durch Schwefelsäure nicht verändert, verbindet sich mit Chlor unter Salzsäureentwicklung zu einer öligen, schweren, angenehm riechenden Flüssigkeit, die in 100 Thln. 55,64 Kohlenstoff, 9,04 Wasserstoff und 35,32 Chlor enthält.

v.

Elaidin entsteht bei der Einwirkung salpetriger Säure auf das Olein der fetten nicht trocknenden Oele. Poutet fand zuerst, dass flüssige fette Körper, wie Olivenöl, bei der Berührung mit kaltbereiteter Auflösung von Quecksilber in Salpetersäure fest werden, und eine wachsartige Consistenz erlangen. Boudet,¹⁾ der darauf diese Erscheinung näher untersuchte, zeigte, dass weder der Salpetersäure noch dem Quecksilber hierbei eine Wirkung zugeschrieben werden dürfe, sondern dass es die in der Lösung enthaltene salpetrige Säure sey, welche die Veränderung des Oleins der fetten nicht trocknenden Substanzen bewirke, ohne jedoch selbst damit eine Verbindung einzugehen. Man erhält das Elaidin nach demselben, wenn man reines Olivenöl mit salpetersaurem Quecksilberoxyd, welches salpetrige Säure enthält (denn hiervon ganz freies solidificirt die Oele nicht), einige Zeit in der Wärme behandelt, von der erstarrten Masse durch Pressen soviel als möglich das noch flüssige entfernt, und eine gelbe färbende, ölige Substanz aus dem Rückstande durch Behandeln mit Alkohol und Pressen auszieht. Nach Meyer²⁾ erhält man dieselbe Substanz noch schneller und leichter, wenn man die aus Stärkemehl mit Salpetersäure entwickelte salpetrige Säure kurze Zeit durch Olivenöl leitet, und sich dabei vor Anwendung einer zu großen Menge der Säure hütet, weil diese sonst die Bildung einer zu großen Menge der färbenden Substanz veranlasst, Elaidinsäure und Glyceryloxyd weiter verändert und dadurch das Erstarren des Oeles verhindert. Die erkaltete Masse wird ausgepresst, in erwärmtem Aether gelöst, aus dem beim Erkalten das Elaidin sich als eine weiße krystallinische Masse zum Theil ausscheidet. Es ist in Aether sehr leicht, in Alkohol nur äußerst wenig, in Wasser ganz unlöslich, schmilzt bei 32°, bei der Destillation liefert es

¹⁾ Annal. d. Pharm. Bd. IV. 1. u. Journ. de Pharm. Bd. XVIII. 469.

²⁾ Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. XXXV. 2.

Acrolein, Elaidinsäure, Kohlenwasserstoffe und Fettsäure. (Ob diese letztgenannte Säure wirklich gebildet wird, ist nicht mit Sicherheit bekannt.) Nach Analysen von Meyer enthält das nach den angegebenen Methoden dargestellte Elaidin in 100 Thln. 78,4 Kohlenstoff, 12,0 Wasserstoff und 9,6 Sauerstoff. Eine Formel kann aber hiernach für diese Substanz nicht berechnet werden, da sie als ein Gemisch von elaidinsäurem Glyceryloxyd mit oel- (?) und margarinsäurem in unbestimmtem Verhältniss betrachtet werden muss, aus welchem das Margarin nicht entfernt werden kann. Mit Alkalien gekocht verseift es sich leicht unter Abscheidung von Glyceryloxyd und Bildung von elaidinsäurem, ölsäurem und margarinsäurem Alkali, die aber eben so wenig, wie die Säuren selbst durch Krystallisation getrennt werden können.

Die geringe Menge der salpetrigen Säure, welche nöthig ist, um das Festwerden der Oele zu bewirken, so wie die Unkenntniß über den sich bildenden gelben, flüssigen Körper erlauben nicht, eine bestimmte Ansicht über die Bildungsweise des Elaidins auszusprechen.

Unguent. oxygenatum und *Unguent. citrinum* der Pharmakopöen ist nichts Anderes als unreines Elaidin.

Elaidinsäure. Ueber ihre Entstehung und Entdeckung siehe Elaidin; von Meyer zuerst rein dargestellt durch Behandlung reiner Oelsäure mit salpetriger Säure. Formel der krystallisirten Säure: $C_{72}H_{132}O_5 + 2 \text{ aq.}$

Zusammensetzung der wasserfreien (Meyer).

	In 100 Thln.	
72 At. Kohlenstoff	5461,49	80,49
132 At. Wasserstoff	823,65	12,14
5 At. Sauerstoff	500,00	7,37
<hr/>		
1 At. wasserfr. Säure	6785,14	100,00 96,79
2 At. Wasser	224,96	3,21
<hr/>		
1 At. Elaidinsäurehydrat	7010,10	100,00

Die reine Elaidinsäure erhält man durch Behandlung reiner Oelsäure von fetten, nicht trocknenden Oelen mit salpetriger Säure, die man etwa während 5 Minuten in einem raschen Strome hindurchleitet, wodurch die Oelsäure nur wenig dunkler gefärbt wird; durch Abkühlung erstarrt die ganze Masse im Verlauf einer halben Stunde zu einer grofs krystallinischen gelblichen Substanz, die man mit kochendem Wasser vollständig von anhängender Salpetersäure reinigt, in einer ihr gleichgrofsen Menge heifsem Alkohol löst und krystallisiren lässt. Sie scheidet sich in weifsen, perlmutterglänzenden, tafelförmigen Krystallen aus derröthlichgelben Mutterlauge ab, die bei weiterem Abdampfen noch Krystalle liefert; zuletzt bleibt eine rothe ölartige Substanz übrig, die sich in wässrigen Alkalien mit blutrother Farbe löst, ohne jedoch einen Seifenleim zu bilden. Beim Uebersättigen mit Salz- und Schwefelsäure wird diese Substanz unverändert abgeschieden. Durch nochmaliges Umkrystallisiren aus erwärmtem Alkohol, worin die Elaidinsäure äufserst leicht, noch leichter als in Aether, löslich ist, wird sie vollkommen rein erhalten in prächtigen, Benzoesäure ähnlichen Krystallen, die bei 44° — 45° schmelzen und beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse erstarren. In Wasser ist sie unlöslich. Ihre Auflösungen reagiren stark sauer; das krystallisirte Hydrat verliert beim Schmelzen mit Bleioxyd 2,56 Proc. Wasser; der trocken

Destillation unterworfen destillirt ein großer Theil unzersetzt über, während ein anderer sich zersetzt und Kohlenwasserstoff liefert. Wasser, womit man das Destillat auskocht, liefert beim Erkalten keine Krystalle von Fettsäure, trübt aber die Lösungen von Blei und Quecksilbersalzen. Sie zersetzt die kohlen-sauren Alkalien und bildet damit einen sehr zähen durchsichtigen farblosen Seifenleim. Mit Kalihydrat in der Temperatur, wo dieses schmilzt, in Berührung gebracht, entsteht daraus Olidinsäure unter gleichzeitiger Bildung von Essigsäure und Entwicklung von Wasserstoff¹⁾. Laurent's Analysen der Elaidinsäure, sowie seine Ansicht über ihre Bildung²⁾ können nicht weiter beachtet werden, da er seine Säure aus destillirter Oelsäure darstellte, die (s. dort) wenig unzersetzte Oelsäure, dagegen viel Margarinsäure und kohlenwasserstoffhaltige Producte enthalten musste, die nicht ganz davon getrennt werden können.

V.

Elaidinsäure Salze. Das Elaidinsäurehydrat zersetzt die kohlen-sauren Alkalien und bildet mit ihren Basen Salze, die sich in 6—8 Thln. Wasser zu einem klaren, farblosen, sehr dicken Seifenleim auflösen, nach dem Verdampfen zur Trockne leicht von Alkohol gelöst werden und daraus schön krystallisiert erhalten werden.

Elaidinsaures Aethyloxyd. \bar{E} , $AeO + aq.$ wird erhalten, wenn man in die Auflösung der reinen Säure in Alkohol so lange salz-saures Gas leitet, bis der gebildete Aether sich abscheidet. Durch Waschen mit Wasser entfernt man die überschüssige Salzsäure, hierauf durch Schütteln mit schwachem Weingeist die etwa noch beigemengte Elaidinsäure, zuletzt durch Schütteln mit warmen Wasser den anhängenden Weingeist und trocknet ihn unter der Luftpumpe. Auf diese Weise erhält man eine öl-artige, farblose, in der Kälte geruchlose, in gewöhnlichem Weingeist kaum, in Wasser unlösliche, in Aether und absolutem Alkohol aber lösliche Flüssigkeit, die leichter als Wasser aber schwerer als Weingeist ist, und nicht, ohne sich zu zersetzen, destillirt werden kann; er enthält in 100 Theilen 78,42 Kohlenstoff, 12,13 Wasserstoff, 9,45 Sauerstoff (Meyer).

Elaidinsaurer Baryt. \bar{E} , $2Ba O$, wird erhalten durch Zerlegung des reinen elaidinsauren Natrons mit Chlorbarium als weißer voluminöser Niederschlag der im feuchten Zustande in Wasser, Alkohol und Aether nicht unlöslich ist, nach dem Trocknen aber sehr wenig davon gelöst wird. In 100 Theilen enthält das Salz 21,895 Thle. Baryt.

Elaidinsaures Bleioxyd. \bar{E} , $2Pb O$, erhält man auf ähnliche Weise durch Fällung des Natronsalzes mit essigsäurem Bleioxyd, dem man einige Tropfen Essigsäure zur Vermeidung der Bildung von basischem Salz zugesetzt hat, als voluminösen weißen Niederschlag, der 29,003 Proc. Bleioxyd enthält.

Elaidinsaures Glyceryloxyd, s. Elaidin.

Elaidinsaures Natron. \bar{E} , $2Na O$ wird erhalten durch Kochen der reinen Säure mit kohlen-saurem Natron, Abpressen der Flüssigkeit nach dem Gestehen der Seife beim Erkalten und Lösen des Rückstandes in heißem Alkohol, woraus das neutrale Salz beim Erkalten in sehr schönen, glänzenden Krystallen anschießt. Auch in Aether ist die-

¹⁾ Meyer in den Ann. d. Chem. u. Pharm. XXXVI 2 u. 209.

²⁾ Annales de Chim. et de Phys. LXV. 149 u. 294, u. Ann. d. Pharm. XXVIII, 253.

ses Salz löslich, und in der Wärme wird es von vielem Wasser zu einer klaren Flüssigkeit gelöst; beim Erkalten trübt sich diese, es scheidet sich ein saures Salz in kleinen, säulenförmigen Krystallen ab, während die darüber stehende Flüssigkeit alkalisch reagirt. Das neutrale Salz enthält 10,277 Proc. Natron.

Elaidinsaures Silberoxyd. \bar{E} , 2AgO , entsteht durch Versetzen der alkoholischen Lösung des vorhergehenden Salzes mit neutralem salpetersauren Silberoxyd. Der weiße voluminöse Niederschlag ist nicht sehr schwerlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, so lange er feucht ist, einmal getrocknet nehmen diese Flüssigkeiten nur wenig davon auf; wässriges Ammoniak löst ihn beim Erwärmen leicht, beim Erkalten scheidet sich der größte Theil des Salzes in kleinen, säulenförmigen, weißen Krystallen wieder aus. Es enthält in 100 Theilen 56,559 Kohlenstoff, 8,465 Wasserstoff, 5,138 Sauerstoff und 29,838 Silberoxyd = 27,78 Silber ¹⁾.

V.

Elain, Elainsäure s. Olein und Oelsäure.

Elasticität, Spann-, Spring-, Schnell- oder Federkraft (lat. *Elasticitas*, *Elater*, franz. *Elasticité*, engl. *Elasticity*) nennt man die Eigenschaft der Körper, vermöge welcher ihre Theilchen, wenn sie durch äußere mechanische Kräfte aus ihrer ursprünglichen oder natürlichen Lage in eine andere versetzt worden sind, nach Aufhebung dieser Kräfte in die erstere Lage zurückzukehren suchen. Diese Eigenschaft findet sich bei allen Formen von Körpern, bei den gasigen, den flüssigen und den starren, nur ist die Aeußerungsweise nicht dieselbe. Bei den Gasen und Flüssigkeiten ist die Elasticität eine einseitige, äußert sich nur gegen Kräfte, welche den Abstand der Theilchen zu verringern oder das Volum dieser Körper zu verkleinern trachten, indem die Gase schon von Natur ein nur durch äußere Kräfte beschränkt werdendes Streben zur Ausbreitung besitzen, ohne solche Kräfte weder ein bestimmtes Volum noch eine bestimmte Gestalt annehmen, und andererseits die Flüssigkeiten zwar nicht einer äußeren Kraft zur Annahme eines bestimmten Volums bedürfen, aber auch keinen oder einen so geringen Zusammenhalt besitzen, dass ihre Theilchen sogleich von einander abtrennen, sowie äußere Kräfte das natürliche Volum vergrößern wollen. Bei den Gasen und Flüssigkeiten zeigt sich demnach die Elasticität nur unter der Form von Zusammendrückbarkeit (*Compressibilität*) und der Fähigkeit, nach Aufhebung des Druckes oder nach Verringerung desselben auf seine anfängliche Größe das ursprüngliche Volum wieder anzunehmen. Nur die ersten Körper sind vermöge ihrer Cohäsion mit Elasticität im doppelten Sinne begabt, widerstreben sowohl Vergrößerungen als Verringerungen, sowie überhaupt Verschiebungen ihrer Theilchen, und suchen dieselben nach Fortnahme der äußeren Kräfte wieder in ihre ursprüngliche Lage zu versetzen. Bei den Gasen und Flüssigkeiten sind demnach die Elasticitäts-Erscheinungen am einfachsten.

1. Elasticität der Gase.

Die gasigen Körper sind, bei gleicher Temperatur und entfernt von ihrem Condensationspunkte, alle im gleichen Grade elastisch, folgen

¹⁾ Meyer in den *Annal. d. Chem. u. Pharm.* XXXVI, 12.

sämmtlich dem Mariotte'schen Gesetz, demgemäfs die Volume einer und derselben Masse sich umgekehrt wie die zusammendrückenden Kräfte verhalten. Eine Abweichung davon hat man mit Sicherheit erst bei Annäherung an den Punkt der Flüssigwerdung bemerkt, namentlich bei dem schwefligsauren Gase, und wahrscheinlich ist diese Abweichung sowohl in ihrem Beginne als ihrem Verlaufe verschieden nach der Natur der Gase. Nur bis diesen Punkt wächst die Reaction des Gases gegen die Zusammendrückung; von da ab und unterhalb desselben ist sie, bei gleichbleibender Temperatur, constant, und eine Verstärkung des Druckes hat keinen weitem Erfolg, als dass sie einen gröfsern Theil des Gases oder Dampfes in den flüssigen Zustand versetzt. Diese Grenze der Reaction ist es, was man bei den Dämpfen das Maximum ihrer Spannung oder Spannkraft für eine gegebene Temperatur nennt (s. Dampf).

2. Elasticität der Flüssigkeiten.

Bei den Flüssigkeiten findet kein so allgemeines Gesetz Statt; es muss für jede derselben die Elasticität besonders ermittelt werden und dies geschieht am einfachsten dadurch, dass man sie der Zusammendrückung unterwirft. Man spricht deshalb auch in der Regel nur von der Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten, ohne der Elasticität derselben besonders zu gedenken, aber mit Unrecht, denn die erstere involvirt nicht nothwendig die letztere. Es wäre denkbar, dass die Flüssigkeiten zusammendrückbar wären, ohne elastisch zu seyn; aber Elasticität können sie nicht besitzen, ohne nicht auch Zusammendrückbarkeit zu zeigen. Und Elasticität besitzen die Flüssigkeiten in der That, denn wenn die Kraft, durch welche die Zusammendrückung bewirkt worden, fortgenommen wird, nehmen sie ihr ursprüngliches Volum sogleich und vollständig wieder an. Auch geht ihre Elasticität daraus hervor, dass sie, wie die gasigen und die starren Körper, den Schall fortpflanzen, was nicht geschehen könnte, wenn sie blofs zusammendrückbar wären.

Der Grad der Zusammendrückbarkeit einer Flüssigkeit unter einem bestimmten Drucke ist, wenn deren Elasticität schon als erwiesen angesehen werden kann, das einfachste Maafs für dieselbe, und daher hat man sich in neuerer Zeit mehrfach bemüht, denselben bei verschiedenen Körpern dieser Art genau festzusetzen. Die Flüssigkeiten besitzen insgesamt nur eine sehr geringe Zusammendrückbarkeit, und es sind deshalb, um sie erkennbar, und noch mehr, um sie von den Volumveränderungen der Gefäfsse, in welchen man sie studiren will, unabhängig zu machen, schon feinere Vorrichtungen nöthig.

Aus diesem Grunde sind die Versuche von Lord Baco und den Florentiner Physikern im 17. Jahrhundert, welche die Flüssigkeiten in verschlossenen Metallgefäfsen durch Hämmern zusammendrücken wollten, ohne alles Resultat geblieben, zumal ein solches bei diesem Verfahren nur dann zum Vorschein hätte kommen können, wenn die Flüssigkeiten compressibel und unelastisch zugleich wären.

Erst der englische Physiker John Canton schlug im Jahre 1761 den rechten Weg ein, indem er Flüssigkeiten in offenen, thermometerartigen Gefäfsen, unter die Campana einer Compressionspumpe brachte und durch Einpumpen von Luft unter einen grofsen Druck versetzte. Hierbei war der Druck auf die zu untersuchende Flüssigkeit nicht nur ein anhaltender, sondern er war auch auf das Gefäfs, welches die Flüssigkeit

sigkeit enthielt, innen und außen gleich, so dass dieses vor denjenigen Volumsänderungen geschützt blieb, denen es bei einem einseitigen Drucke nothwendig in einem beträchtlichen Grade unterliegt.

Canton's Versuche haben wohl den numerischen Werth der Zusammendrückbarkeit für die untersuchten Flüssigkeiten nicht genau ermittelt, aber das Daseyn der Zusammendrückbarkeit solcher Körper überhaupt haben sie ohne Widerrede festgestellt, so dass es einigermaßen zu verwundern ist, dass sie entweder nicht beachtet oder mit Misstrauen behandelt wurden.

Erst Perkins und besonders Oersted brachten in neuerer Zeit diese Thatsache zu allgemeiner Anerkennung. Ersterer hatte sein Augenmerk mehr auf die Wirkungen eines starken Druckes gerichtet. Letzterer mehr auf die numerische Bestimmung der Resultate eines mäßigen Druckes. Beide schlossen das offene thermometerartige Gefäß, welches die zu untersuchende Flüssigkeit enthielt, in ein größeres ein, füllten dasselbe mit Wasser, und setzten es in diesem mittelst einer Compressionspumpe einem mehr oder weniger großen Drucke aus. Das Perkins'sche Instrument ist von Metall und man kann, erst nachdem es aus einander genommen ist, die Wirkung des Druckes an einem Index beobachten¹⁾; das Oersted'sche dagegen ist von Glas und erlaubt demnach den ganzen Verlauf eines Versuchs mit Leichtigkeit zu überblicken²⁾. Es enthält neben der zu comprimirenden Flüssigkeit, die in der Röhre ihres Gefäßes durch eine kurze Quecksilbersäule von dem Wasser des größern Gefäßes getrennt ist, eine mit Luft gefüllte und unten durch Quecksilber gesperrte Röhre, als Manometer zur Messung des Drucks, und ein Thermometer zur Messung der Temperatur. Der äußere Glascylinder ist oben durch eine abschraubbare Metallfassung geschlossen, welche die Compressionspumpe enthält. An dem ursprünglichen Oersted'schen Instrumente besteht diese Pumpe aus einem kurzen etwas weiten Stiefel, in welchem der Kolben durch eine Schraube niedergedrückt wird, ohne während der Compression wieder gehoben zu werden, daher auch kein Ventil oder Hahn angebracht ist; an späteren Abänderungen des Instruments hat man diese Vorrichtung durch eine kleine Hand-Compressionspumpe von geringem Durchmesser ersetzt und diese seitwärts mit einem trichterförmigen Rohre versehen, aus welchem Wasser dem Cylinder zugeführt wird, in dem Maasse, als darin die Compression vorschreitet.

Mit ähnlichem, nur für größern Druck eingerichtetem Apparate haben später Colladon und Sturm eine umfassendere Untersuchung über die Zusammendrückbarkeit verschiedener Flüssigkeiten angestellt³⁾. Es ist dabei auch Rücksicht genommen auf die kleine Volumsverringering, welche das die Flüssigkeit enthaltende Glasgefäß erleidet, selbst wenn der Druck auf dasselbe innen und außen gleich ist, indem das Volum seiner Masse durch einen allseitigen Druck ebenso verringert wird, wie durch eine Temperaturniederung; um die deshalb an allen Versuchen nöthige Berichtigung auszuführen, wurde durch besondere Versuche zuvor die Zusammendrückbarkeit des Glases ermittelt.

Nach dieser Berichtigung gaben die Versuche, die meistens bis zu

¹⁾ Gilb. Ann. Bd. LXXII. S. 173 u. Pogg. Ann. Bd. IX. S. 547.

²⁾ Ann. de chim. et de phys. T. XXII. p. 190.

³⁾ Poggend. Ann. Bd. XII. S. 39 und 161.

einem Drucke von 24 Atmosphären fortgesetzt wurden, folgende Resultate:

Mittlere Zusammendrückbarkeit für den Druck von einer Atmosphäre von 0^m,76 und 10^o C.

	Unter Drucken von	Milliontel d. anfängl. Vol.
Quecksilber bei 0 ^o	1 Atm. bis 24 Atm.	5,03
Wasser bei 0 ^o , luftfrei	1 " " 24 "	51,3
" " lufthaltig	2 " " 6 "	50,5
Wasser, mit Ammoniak gesättigt, b. 10 ^o C.	1 " " 4 "	38,0
" " " "	4 " " 16 "	35,0
Essigsäure, bei 0 ^o (spec. Gew. ?)	4 " " 16 "	42,2
Salpetersäure, bei 0 ^o (spec. Gew. 1,403)	1 " " 32 "	32,2
Schwefelsäure, concentrirt bei 0 ^o	1 " " 16 "	32,0
Alkohol, bei 11 ^o ,6 (Spec. Gew. ?)	1 " " 8 "	96,2
" " " "	8 " " 16 "	93,5
" " " "	16 " " 24 "	89,0
Schwefeläther, bei 0 ^o	1 " " 12 "	133,0
" " " "	12 " " 24 "	122,0
" " bei 11 ^o ,4 C.	1 " " 12 "	150,0
" " " "	12 " " 24 "	141,0
Salpeteräther bei 0 ^o	1 " " 24 "	71,5
Chlorwasserstoffäther bei 11 ^o ,2 C.	1 " " 12 "	85,9
" " " "	6 " " 12 "	82,3
Essigäther, bei 0 ^o	1 " " 8 "	79,3
" " " "	8 " " 16 "	71,3
Terpenthinöl, bei 0 ^o	1 " " 4 "	88,4
" " " "	4 " " 16 "	73,0

Aus dieser Tafel erhellt: 1) dass die Zusammendrückbarkeit bei mehren der untersuchten Flüssigkeiten, vielleicht bei allen, mit zunehmendem Drucke abnimmt, wiewohl die Versuche in dieser Beziehung nicht die äußerste Genauigkeit besitzen, und 2), dass sie (obwohl nur beim Schwefeläther nachgewiesen) mit steigender Temperatur wächst.

Dies letztere Resultat wird bestätigt durch eine neuere Reihe von Versuchen, die G. Aimé an der Küste von Algier angestellt hat. Bei diesen Versuchen befanden sich die zu comprimirenden Flüssigkeiten in Glasgefäßen, die den sogenannten Ausflussthermometern ähnlich waren, und die an Seilen von gemessener Länge bis zu verschiedenen Tiefen in's Meer versenkt wurden. Die Flüssigkeiten wurden auf diese Weise bisweilen einem Drucke von über 200 Atmosphären ausgesetzt.

Diese Versuche, deren Detail man in den Ann. de chim. et de phys. Sér. III. T. VIII. p. 257 nachlesen kann, ergaben als Mittelwerth der Compression für den Druck von einer Atmosphäre die folgenden Zahlen, die mit den von Colladon und Sturm bei 0^o gefundenen hier zusammengestellt sind:

	Zusammendrückbarkeit für eine Atmosphäre.	
	bei 12,96 C.	bei 0° C.
Süßes Wasser	0,0000502	0,0000488
Meerwasser	0,0000413	
Alkohol von 32° B.	0,0000682	
» von 40° B.	0,0000996	0,0000944
Oxalsäure (gesättigte Lösung bei 11° C.)	0,0000479	
Essigsäure, von 0°,6 B.	0,0000512	
Schwefelsäure, concentr.	0,0000332	0,0000302
Chlorwasserstoffsäure, 23° B.	0,0000432	
Ammoniak	0,0000376	0,0000363
Schwefel. Natron, von 13°,8 B. bei 16° C.	0,0000444	
Naphtha	0,0000756	
Terpenthinöl (nicht rein)	0,0000657	0,0000713
Quecksilber	0,0000040	0,0000033

Die Colladon-Sturm'schen Resultate sind aus dem Grunde hier wiederholt, weil Aimé sie, wie seine eigenen, etwas anders als jene Physiker, wegen der Compression des Glases corrigirt hat. Er nimmt für die cubische Compression des Gases nicht das Dreifache der Längen-Compression (die C. u. St. allein direct bestimmten), sondern, nach Poisson's Theorie, nur die Hälfte dieser Größe. Dadurch ist den allen beobachteten Werthen nicht 3,3, sondern nur 1,6 Milliontel hinzugefügt.

Beim Zusammendrücken der Flüssigkeiten wird, wie bei dem der Gase, Wärme frei, aber da die Zusammendrückbarkeit nur gering ist, ist es auch die Wärmeentwicklung, und sie erfordert daher sehr feine Hilfsmittel, um wahrnehmbar gemacht zu werden. Die frei werdende Wärme hat natürlich auch einen Einfluss auf die Zusammendrückbarkeit, und man kann letztere nicht eher genau bestimmen, als bis erstere in die Umgebung entwichen ist ¹⁾.

Vermöge der Elasticität sind die Flüssigkeiten im Stande, den Schall fortzupflanzen. Wenn man die Zusammendrückbarkeit einer Flüssigkeit kennt, lässt sich die Schallgeschwindigkeit in derselben theoretisch bestimmen. Diese Geschwindigkeit ist nämlich (vorausgesetzt, dass bei der Fortpflanzung des Schalls in den Flüssigkeiten keine Wärme entwickelt wird)

$$\frac{PK}{DE}$$

wo D die Dichte der Flüssigkeit, K die Länge einer cylindrischen Säule derselben unter einem bekannten Druck, E die Verkürzung dieser Säule für einen gegebenen Anwuchs im Drucke P .

Colladon und Sturm haben auf diese Weise die Schallgeschwindigkeit für Wasser berechnet und mit der von ihnen direct beobachteten verglichen. Für diesen Fall ist $D=1$, $K=1000000$; $E=49,5$ und $\delta=0^m,76.g.m$, wo g das Maafs der Schwerkraft $=9^m,8088$ und m die Dichte des Quecksilbers bei 10° C., gegen die des Wassers bei 3°,9 $=1$. Wenn man diese Zahlen in der Formel substituirt, findet man

¹⁾ Vergl. Oersted, Poggend. Ann. Bd. XXXI. S. 361.

die Schallgeschwindigkeit in Wasser = 1428 Met. = 4396,02 par. Fufs in 1"
 die Beobachtung gab = 1435 Met. = 4417,57 " "

Der Unterschied zwischen beiden beträgt nur 8 Meter, und daraus schliesen C. u. St. dass bei der Schallfortpflanzung in Wasser keine Wärme frei werde (da die Rechnung unter dieser Voraussetzung gemacht ist). Indess ist zu bemerken, dass E die Zusammendrückbarkeit des lufthaltigen Wassers, nicht 49,2 ist, wie es in dieser Rechnung angenommen ward, sondern 50,5, und dass ferner bei der Schallmessung, die im Genfer See angestellt wurde, dass Wasser nicht 3°,9, sondern im Mittel 8°,1 C. Temperatur hatte.

3. Elasticität starrer Körper.

Bei starren Körpern sind die Elasticitäts-Erscheinungen ungleich mannichfaltiger und verwickelter, als bei den flüssigen und gasigen. Sie erweisen sich elastisch, nicht allein, wenn die äusseren mechanischen Kräfte, welche auf sie einwirken, ihre Theilchen einander zu nähern, sondern auch, wenn sie dieselben von einander zu entfernen oder überhaupt zu verschieben suchen, und daher hat jedes Streben, das Volum oder die Gestalt eines starren Körpers zu verändern, eine Elasticitäts-Aeusserung in Begleitung oder im Gefolge. Dem Grade nach ist diese Aeusserung sehr verschieden, aber streng genommen fehlt sie nie; so wie es keinen absolut harten oder spröden Körper giebt, der jeder äussern Gewalt vollständig widerstände, oder bei der geringsten äussern Einwirkung in unfühlbares Pulver zerfiele, ebenso giebt es auch keinen absolut weichen oder anelastischen starren Körper, der, wenn mechanische Kräfte sein Volum oder seine Gestalt verändert hatten, diese Veränderungen bleibend beibehielte. Alles hängt hier ab von der Grösse und der Dauer der mechanischen Kräfte, welche diese Veränderungen bewirkten. Die Eintheilung der starren Körper in elastische und unelastische ist also nicht scharf; elastisch werden insgemein nur diejenigen genannt, die es in bedeutendem Grade sind. Selbst die Körper, die man solchergestalt elastisch nennt, sind es nur innerhalb bestimmter Grenzen (Elasticitätsgrenzen). Verstärkt man die auf sie einwirkenden Kräfte über diese Grenze hinaus und sind dieselben ziehender oder biegender Art, so dehnen sich die Körper, verändern ihre Gestalt oder ihr Volum auf eine bleibende Weise, und in diesem gedehnten Zustande, die einem neuen stabilen Gleichgewichtszustande ihrer Theilchen entspricht, können sie wiederum für Kräfte, kleiner als die, welche die Dehnung bewirkten, vollkommen elastisch seyn, während sie durch grössere weiter ausgedehnt werden und endlich reissen oder brechen.

Es kann hier nicht der Ort seyn, die Theorie der Elasticitätslehre vollständig zu entwickeln, noch die Resultate der besonders praktischer Zwecke wegen so zahlreich angestellten experimentellen Untersuchungen mitzutheilen; wir müssen dies den speciell der Physik gewidmeten Werken überlassen, und begnügen uns mit einigen Andeutungen.

Einer der Hauptzwecke der experimentellen Untersuchungen in diesem Gebiete besteht in der Bestimmung des Elasticitätscoefficienten. Es ist dies das Gewicht, welches die Länge eines elastischen Körpers bei einem der Flächeneinheit gleichen Querschnitt verdoppeln würde, hypothetisch dabei vorausgesetzt, dass der Körper bei einer solchen Verlängerung vollkommen elastisch bleibe. Denkt man sich dieses Gewicht hervorgebracht durch eine Säule aus demselben Körper und

von einer Grundfläche, die der Flächeneinheit gleich ist, so heißt die Länge dieser Säule der Elasticitätsmodulus.

Der Elasticitätscoefficient kann auf mehrfache Weise bewirkt werden, durch einseitigen Druck oder Zug, in welchem Falle er durch die Verlängerung oder Verkürzung des Körpers gemessen wird, durch Biegen und durch Drehen, ferner durch Schwingungen, und zwar durch longitudinale, transversale und drehende. Auf diesen Wegen sind außerordentlich viele Bestimmungen dieses Coefficienten gemacht; wir begnügen uns indess hier mit den Resultaten einer neuen sehr ausgedehnten Untersuchung von Wertheim, bei welcher namentlich auf die Reinheit der Metalle viele Sorgfalt verwendet wurde¹⁾. Neben dem Elasticitätscoefficienten (d. h. hier der Zahl von Kilogrammen, die an einem Stab von 1 Quadratmillimeter Querschnitt und 1 Meter Länge zieht, dividirt durch die bewirkte Verlängerung ausgedrückt in Millimetern) enthält die nachstehende Tafel auch noch die Schallgeschwindigkeit (dabei die in der Luft = 1 gesetzt) und die Dichtigkeit. Kennt man den Elasticitätscoefficienten q und die Dichtigkeit d , so ergibt sich die Schallgeschwindigkeit v durch die Formel: $2 \log. v = \log. q - \log. d = 1,05130$.

Metalle im enthärteten Zustande.

	bei 15° bis 20° C.			bei 100° C.			bei 200° C.		
	d	q	v	d	q	v	d	q	v
Blei	11,232	1727	3,697	11,075	1630	3,616			
Gold	18,035	5584	5,245	17,953	5408	5,174	17,873	5482	5,221
Silber	10,304	7140	7,847	10,245	7274	7,943	10,187	6374	7,456
Kupfer	8,936	10519	10,703	8,891	9827	9,910	8,840	7862	8,890
Platin	21,083	15518	8,087	21,027	14178	7,740	20,969	12964	7,412
Eisen	7,757	20794	15,433	7,729	21877	15,859	7,696	17700	14,295
Eisendraht, gewöhnl.	7,553	18613	14,798	7,543	19995	15,347			
Gussstahl	7,719	19561	15,006	7,694	19014	14,819	7,669	17926	14,412
Stahldraht, engl.	7,622	17278	14,493	7,597	21292	15,781	7,573	19278	15,040
Stahldraht, blau ange- lassen.	7,420	18045	14,700	7,410	18977	15,085			

Metalle im nicht enthärteten Zustande.

	bei 10° C.			bei - 15° C.		
	d	q	v	d	q	v
Gold	18,889	8603	6,362	18,896	9351	6,631
Silber	10,458	7411	7,935	10,463	7800	8,139
Palladium	10,661	10289	9,261	10,664	10659	9,424
Platin	20,513	15647	8,233	20,518	16224	8,382
Kupfer	8,906	12200	11,042	8,910	13052	11,399
Eisendraht gewöhnl.	7,553	18613	14,798	7,555	17743	14,446
Stahl, blau angelassen.	7,420	18045	14,700	7,422	17690	14,553
Messing	8,247	9005	9,744	8,431	9782	10,154

¹⁾ Ann. de chim. et de phys. Sér. III. T. XII. p. 383 od. Pogg. Ann. Ergänz. II. T. 1.

Die nichtmetallischen Substanzen sind bisher noch wenig Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen, obgleich einige derselben wegen ihres hohen Grades von Elasticität ganz vorzüglich dazu geeignet sind, und an der Elasticität Eigenschaften erkennen lassen, die man bei den Metallen, weil sie nur wenig elastisch sind, nicht studiren kann. Ausführlicheres darüber findet man in zwei Ansätzen von W. Weber über die Elasticität der Seidenfaden¹⁾. P.

Elaterin. Eigenthümlicher bitterer Körper, enthalten in den Früchten des Eselskürbiss (*Momordica Elaterium*). Entdeckt von Morris. Man erhält das Elaterin, indem man den aus den frischen Früchten ausgepressten Saft in gelinder Wärme verdunstet, den Rückstand mit Wasser behandelt, und dann mit siedendem 90procentigen Alkohol auszieht, worin es sich auflöst. Der Alkohol wird größtentheils abdestillirt, worauf sich das Elaterin nach und nach ausscheidet, von dem durch Zumischen von Wasser noch mehr erhalten wird. Durch Waschen mit Aether befreit man es von anhängendem Harz und Blattgrün, worauf man es wieder in kochendem Alkohol auflöst und krystallisiren läßt. Es bildet sehr kleine farblose, seidenglänzende Krystalle, die unter dem Mikroskope als rhombische Prismen erscheinen. Es ist ohne Geruch und hat einen sehr bitteren etwas styptischen Geschmack. Beim Erhitzen bis zu 200° schmilzt es, ohne Wasser abzugeben, und verflüchtigt sich in höherer Temperatur in weißen, stechend riechenden Nebeln. An der Luft erhitzt, entzündet es sich und verbrennt mit rufsender Flamme. In Wasser, so wie in verdünnten Säuren und Alkalien ist es fast unlöslich. Von Alkohol erfordert es bei gewöhnlicher Temperatur 5 Thle., bei Siedhitze 2 Thle., von Aether 118 Thle. zur Lösung. Auch in siedendem Terpentinöl, so wie in fetten Oelen ist es löslich. Seine Lösungen sind neutral. Concentrirte Schwefelsäure löst es mit blutrother Farbe auf. In rauchender Salpetersäure ist es nach Zwenger ohne Zersetzung löslich. Nach demselben ist es stickstofffrei, und enthält in 100 Thln. im Mittel von 2 Analysen 69,38 Kohlenstoff, 8,22 Wasserstoff und 22,40 Sauerstoff, welche Zahlen der Formel $C_{20}H_{28}O_3$ entsprechen. Verbindungen mit Basen konnte er nicht hervorbringen. Es scheint den arzneilich wirksamen Bestandtheil des Eselskürbiss auszumachen und bewirkt heftiges Erbrechen und Purgiren, wozu nach Duncan schon eine Dosis von $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{12}$ Gran hinreicht²⁾. Schn.

Elaterium nennt man das durch Verdunsten des Saftes der frischen Früchte des Eselskürbiss (*Momordica Elaterium*) bereitete Extract, welches als Arzneimittel angewendet wird. Die Verdunstung geschieht theils mit, theils ohne Anwendung von Wärme, wonach man ein Elaterium nigrum und ein Elaterium album unterscheidet. Unter letzterm versteht man jedoch zum Theil auch den aus dem Saft der Früchte in der Ruhe sich absetzenden Bodensatz, und ein so erhaltenes Elaterium fand Hennel zusammengesetzt aus 17,0 Harz und Blattgrün, 44,0 Elaterin, 6,0 Stärke und 27,0 Pflanzenfaser. In dem Elaterium nigrum fand Paris neben anderen nicht gehörig isolirten Substanzen 28 Proc. Stärke und 5 Proc. Pflanzeneiweiß. Nach Bracon-

¹⁾ Pogg. Ann. Bd. XXXIV. S. 247 u. Bd. LIV. S. 1.

²⁾ Magaz. f. Pharm. Bd. 27, Buchn. Repertor. Bd. 46 und Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 43. S. 339.

not enthält der Rückstand von der Verdunstung des vorher durch Aufkochen von den suspendirten Stoffen befreiten Fruchtsaftes außer extractiven Materien 6,9 Salpeter, 8,3 schwefelsaures Kali und Chlorkalium, 2,8 eines Kalisalzes von einer der Aepfelsäure ähnlichen Säure und 7,0 eines Kalksalzes von derselben Säure.

Schn.

Elayl syn. mit Kohlenwasserstoff im Maximum von Kohlegehalt oder ölbildendem Gas (s. Kohlenwasserstoff).

Elayl-Bromür, -Chlorür, -Jodür s. Kohlenwasserstoff.

Elaylverbindungen s. Kohlenwasserstoffgase.

Elecampin s. Inulin (Thoms. Chemie S. 660).

Electrum hat man die natürlich vorkommenden Legirungen aus Silber und Gold genannt. Boussingault hat zu zeigen gesucht, dass beide Metalle stets in stöchiometrischen Verhältnissen mit einander verbunden vorkommen; derselbe hat, nach seinen Analysen, eine Reihe von Verbindungen aufgestellt, in welcher 1 Atom Silber mit 2, 3, 5, 6, 8 und 12 Atomen Gold verbunden ist. Durch G. Rose's Untersuchungen, welche 24 Analysen von Electrum-Arten verschiedener Fundorte umfassen, geht es jedoch hervor, dass, wenn auch vielleicht einzelne der gedachten chemischen Verbindungen (nach festen Proportionen) existiren sollten, es doch zugleich ausgemacht ist, dass das Electrum in seinem Silbergehalte von ein paar Procenten bis etwa gegen 39 Procent in sehr kleinen Sprüngen variiren kann. Das Electrum kommt theils krystallirt vor, theils in Blättchen, theils in Körnern. In den ersten beiden Formen ist es meist eingewachsen, in der letztern findet es sich im goldhaltigen Sande mancher Gegenden. Seine Farbe wechselt nach seinem Goldgehalte zwischen dem Messinggelben und Gelbweißen. Fast niemals findet es sich ganz rein, sondern meist durch kleinere oder größere Spuren von Kupfer und Eisen verunreinigt. Sein spec. Gew. variirt zwischen 12,6 und 14,7. Vorzügliche Fundorte desselben sind an verschiedenen Stellen Sibiriens, z. B. am Schlangenberge, zu Nischne-Tagilsk, Katharinenburg etc. ferner in Mexico, Columbien und Siebenbürgen. Auch zu Kongsberg in Norwegen ist es früher vorgekommen, und bestand dort, nach Klaproth's Analyse, aus 64 Gold und 36 Silber.

Th. S.

Electuarium, Lattwerge, wird in der Pharmacie eine Arzneiform genannt, die weiche, breiähnliche Massen bildet und durch Zusammenmischen von pulverförmigen Arzneistoffen, gewöhnlich vegetabilischen, mit Zuckersyrup, Honig, Muls u. dgl. bereitet wird.

Schn.

Eleencephol, die Benennung der von Couërbe als eigenthümlichen flüssig fetten Bestandtheil des Gehirns beschrieben, von Berzelius Cerebrol genannten Substanz. Nach neueren Versuchen von Fremy ist es indess nichts als ein Gemenge von Olein und Oleophosphorsäure (s. d. Art.).

V.

Elektricität; elektrisch. Diese Namen bezeichnen zunächst nur eine Eigenschaft oder einen eigenthümlichen Zustand, welchen die Körper unter gewissen Bedingungen annehmen können, und der sich dadurch zu erkennen giebt, dass leichte oder doch leicht bewegliche Körpertheile angezogen, aber nach erfolgter Berührung gewöhnlich wieder abgestoßen werden. Bei einem gewissen Grade der

Stärke dieses Zustandes, springt von dem elektrischen Körper auf nahe liegende Gegenstände ein knisternder Funke über, der unter günstigen Umständen auch bei Tage sichtbar ist und da, wo er einen Theil des menschlichen Körpers trifft, momentan ein Gefühl von Stechen bewirkt.

Das am längsten bekannte und noch immer eins der gewöhnlichsten Mittel, einen Körper zu elektrisiren, d. h. denselben elektrisch zu machen, ist *Reibung*. Wird z. B. eine Stange von Siegelack oder ganz trockenem Glase mit trockenem Wollenzeuge oder mit Katzenpelz gerieben, so zieht sie leichte Dinge, wie Papierschnitzel oder kleine Stückchen von Flittergold mit solcher Heftigkeit an, dass ihr dieselben schon aus einiger Entfernung entgegenspringen. Zum Theile bleiben sie dann hängen, zum Theile werden sie sogleich wieder mit Gewalt abgestoßen. Besonders geeignet zur Anstellung dieses Versuchs ist eine kleine höchstens zwei Linien dicke Kugel von Hollundermark, die man an einem Seidenfaden frei aufgehängt hat. Sie wird bei Annäherung des elektrischen Körpers angezogen und sucht demselben nachzufolgen. Hat aber die Berührung wirklich stattgefunden, so scheint sie ihn zu fliehen und wird dadurch aus ihrer verticalen Lage abgelenkt. Die Erscheinung des Abstoßens nach vorhergegangner Berührung zeigt sich mit größerer Bestimmtheit, wenn man den elektrischen Körper angehaucht hatte, oder wenn man statt Glas oder Harz eine Metallplatte nimmt. Dieselbe muss jedoch an einer Handhabe von Schellack gehalten werden, während man sie z. B. durch Reiben mit, durch Erwärmen wohl ausgetrockneter Wolle oder mit trockenem Pelzwerk elektrisch macht, und so lange man sie in diesem Zustande erhalten will.

Der elektrische Zustand ist bei den meisten Körpern nur von geringer Beständigkeit; bei keinem haftet er unveränderlich. Sein Auftreten oder Verschwinden ist übrigens von keinem wahrnehmbaren Einflusse auf ihre sonstige Beschaffenheit begleitet.

Manche Körper, wie Schellack oder Siegelack, auch trocken Glas werden nur an den geriebenen Stellen elektrisch. Berührt man das elektrisch gewordene Schellack mit dem Finger, so verliert sich der elektrische Zustand, jedoch nur an der Berührungsstelle; eine Siegelack- oder Glasstange, die am einen Ende gerieben wird, kann daher ohne Nachtheil für ihre elektrische Beschaffenheit am andern Ende mit der Hand gehalten werden. Um das Harz in den gewöhnlichen Zustand zurückzuführen, muss man ein- oder einigemal mit dem Finger über seine ganze Oberfläche hinfahren.

Metalle verlieren die Elektricität weit leichter. Eine elektrische Metallplatte, gleichgültig an welcher Stelle mit dem Finger berührt, wird sogleich ganz unelektrisch. Es ist daher unmöglich Metalle zu elektrisiren, während man sie mit bloßen Fingern hält. Eine Metallplatte an einem Stiele von Schellack, die man an irgend einer Stelle ihrer Oberfläche reibt, wird allenthalben elektrisch. Nähert man ihr einen andern noch unelektrischen Metallkörper, der aber ebenfalls mit einer Handhabe oder einem Fusse von Schellack versehen ist, bis zum Ueberschlagen des Funkens oder bis zur Berührung, so nimmt auch dieser Elektricität an, wiewohl nicht, ohne dass der erstere von der Kraft, womit er das Hollundermarkpendel anzog oder nach der Berührung abstiefs, eingebüßt hat.

Aehnlich wie auf die Metalle lässt sich der elektrische Zustand auch auf viele andere Körper übertragen; z. B. auf den menschlichen Körper, auf Wasser, feuchtes oder auch nur unvollkommen getrocknetes Holz, feuchte Erde u. s. w. Hat man eine Anzahl solcher Stoffe zu einem zusammenhängenden Systeme verbunden, so kann keiner von ihnen elektrisch werden, ohne dass nicht gleichzeitig alle übrigen dieselbe Beschaffenheit annehmen; Körper, welche fähig sind, an einem solchen Systeme Antheil zu nehmen, nennt man *Leiter der Elektricität*.

So oft ein Körper von seiner Elektricität anderen mittheilen muss, vermindert sich seine eigene elektrische Wirksamkeit, um so mehr, je größer der Umfang des Leiters, womit er in Verbindung gesetzt worden ist. Verbindet man daher einen elektrisirten Leiter mit dem Erdboden, d. h. mit einem Leiter von vergleichungsweise unendlich großem Umfange, so muss er seine ganze elektrische Wirksamkeit einbüßen. Die Erde wird zuweilen der allgemeine Ableiter genannt. Ein mit ihr in leitendem Zusammenhange stehender Leiter kann begreiflich nicht elektrisch gemacht werden.

Wird eine elektrische Metallplatte auf eine Harzscheibe oder trockne Glasscheibe, Fläche auf Fläche gestellt, und dann wieder abgehoben, so bemerkt man gewöhnlich keine Mittheilung von Elektricität. Findet die Berührung nur an einzelnen Punkten Statt, hält man z. B. eine Ecke des Metalls wider die Harzscheibe, so findet Mittheilung Statt, aber nur auf die berührte Stelle. Hat man umgekehrt das Harz in den elektrischen Zustand gesetzt und nähert man demselben die noch nicht elektrische Metallplatte, so kann selbst im günstigsten Falle nur die an dem Berührungspunkte haftende Electricität auf das Metall übertragen werden, während an allen übrigen Stellen der Harzfläche die eigenthümliche Ursache der elektrischen Erscheinungen sich ungeschwächt erhält. Schellack und Glas sind also eben so untauglich, die Elektricität von anderen Körpern abzuleiten, wie die auf ihnen selbst vorhandene mitzuthemen. Aehnlich verhalten sich Schwefel, Seide, Wolle, Haare, scharf ausgetrocknetes Holz und andere Körper mehr. Man nennt sie *Nichtleiter* oder richtiger *schlechte Leiter*.

Auch die atmosphärische Luft gehört zu den Nichtleitern, wie schon daraus hervorgeht, weil ein Leiter, von trockner Luft rings umgeben, einige Zeit im elektrischen Zustande verharren kann. In feuchter Luft dagegen verlieren alle Körper, selbst die schlechten Leiter, sehr bald ihre elektrische Beschaffenheit. Der eigentliche Grund dieses Verhaltens ist indessen nicht sowohl darin zu suchen, weil die Luft durch Aufnahme von Wassergas leitender werde, sondern weil alle festen Körper, die einen mehr, die anderen weniger, die Eigenschaft besitzen, in feuchter Luft sich mit einer dünnen flüssigen Schicht zu bedecken, und dadurch sich in mehr oder weniger gute Leiter zu verwandeln. Holz zeigt diese Eigenschaft bekanntlich in sehr hohem, Glas und Seide in ziemlich bemerkbarem Grade. Diese Körper können daher in feuchter Luft die Elektricität nicht zurückhalten. Fette und Harze, vor allen das Schellack, besitzen nur geringe Fähigkeit, das Wasser aus der Luft anzuziehen, und halten daher die Elektricität besser zurück, als die meisten anderen Nichtleiter.

Ein Leiter, der nur von schlecht leitenden Stoffen umgeben ist, heißt *isolirt*. Isolirte Leiter können den ihnen ertheilten elektrischen

sehen Zustand einige Zeit beibehalten, wiewohl ihre eigene Masse dabei ganz ohne Einfluss ist. Diejenigen Nichtleiter, welche das Verschwinden des elektrischen Zustandes am meisten hindern, nennt man *Isolatoren*. Schellack ist der beste Isolator. Das Isolirungsvermögen des Glases und der Seide lässt sich dadurch verbessern, dass man sie mit Schellack oder Schellackfirniss überzieht. Um die Luft isolirender zu machen, muss sie mäfsig erwärmt und öfter gewechselt werden.

Den Ausdrücken: Leiter und Nichtleiter der Elektricität liegt die Vorstellung zu Grunde, dass die elektrischen Erscheinungen von der Gegenwart eines eigenthümlichen, sehr feinen, flüchtigen und gewichtslosen Stoffes abhängig seyen, der die verschiedensten Grade der Dichtigkeit annehmen könne und dessen Theile ein mit ihrer Dichtigkeit zunehmende, schon auf die Entfernung wirksame, abstofsende Kraft gegen einander ausüben. Der Name Elektricität, ursprünglich nur eine Eigenschaft bezeichnend, ist auf diesen hypothetischen Stoff übertragen worden. Die Körper sind die Träger oder die Behälter der elektrischen Materie. Viele derselben vermag sie mit erstaunlicher Leichtigkeit zu durchdringen, während sie von anderen mehr und wieder von anderen fast ganz aufgehalten wird. Von allen ohne Ausnahme kann sie aufgenommen werden, jedoch ohne irgend wahrnehmbaren Einfluss auf deren sonstiges natürliches Verhalten.

Die Elektricität, zu Folge der wechselseitigen Abstofsung ihrer Theile, strebt sich nach allen Richtungen hin auszubreiten und geht daher auf alle Leiter über, welche ihr dargeboten werden, ähnlich wie eine elastische Flüssigkeit sich in einem System von Behältern, die durch Kanäle verbunden sind, ausbreitet.

Ist das in einem Körper befindliche elektrische Fluidum durch nicht leitende Umgebungen gehindert sich fortzubewegen, so äußert sich die abstofsende Kraft als Druck gegen den Leitungs-Widerstand. Dieser Druck wird elektrische Spannung oder Tension genannt. Theile eines elektrischen Körpers, welche in der Richtung dieser Einwirkung beweglich sind, müssen sich, wenn die Spannung gröfser ist als der Widerstand ihres Gewichtes, von einander entfernen; denn die von schlechten Leitern umgebene Elektricität ist gleichsam zwischen undurchdringlichen Wänden eingeschlossen, sie kann sich daher nicht bewegen, ohne den Raum, an welchen sie gefesselt ist, mit fortzureifsen.

Man befestige zwei kleine Kugeln von Hollundermark mittelst Linnenfäden oder sehr feiner Metalldrähte dicht neben einander an einem isolirten Leiter, oder hänge dicht neben einer senkrechtstehenden Seitenfläche desselben einen zwei bis drei Zoll langen feinen Strohhalm, um eine feste Axe wie ein Pendel beweglich, auf. Sobald der Leiter elektrisch wird, entfernen sich die kleinen Pendel, welche gleichsam Bestandtheile desselben ausmachen, aus der lothbrechten Lage, soweit, bis der Widerstand der Schwere mit der elektrischen Spannung im Gleichgewichte steht. Berührt man den Leiter mit einem andern, der ebenfalls isolirt ist, und vermindert dadurch die Dichte des vorhandenen elektrischen Fluidums, so vermindert sich auch der Ausschlag der Pendel. Sie kehren ganz in die Ruhelage zurück, wenn man den Leiter an irgend einer Stelle mit dem Finger berührt. Die Gröfse der Divergenz des Strohhalm-Pendels oder der beiden Hollundermark-

Pendel giebt also einen Anhalt zur Beurtheilung der Dichtigkeit der auf einem Körper angesammelten Elektricität.

Die elektrische Abstofsung nach erfolgter Berührung ist ebenfalls eine Spannungs-Wirkung. Man nähere einem metallischen mit Elektricität behafteten Leiter ein Hollundermark-Kügelchen, das an einem Seidenfaden aufgehängt ist. Es wird angezogen, sogleich aber mit Heftigkeit wieder abgestofsen. Das Hollundermark ist ein Leiter, es musste folglich in dem Augenblicke, da es das Metall berührte, elektrisch geworden seyn. Man entziehe ihm diese Elektricität durch Berührung mit dem Finger; es wird von Neuem angezogen, um nach der Berührung des elektrischen Körpers wieder abgestofsen zu werden. Wird das Hollundermark-Kügelchen zwischen zwei Metallscheiben aufgehängt, von welchen die eine isolirt und elektrisch ist, die andere in ableitender Verbindung zur Erde steht, so bewegt es sich abwechselnd und in rascher Folge bald nach der einen, bald nach der andern Seite und setzt diese Oscillationen so lange fort, bis es nach und nach alle Elektricität von der einen Scheibe auf die andere übergeführt und dadurch abgeleitet hat.

Eine kleine Kugel von Schellack, als Pendel aufgehängt, ist zur Anstellung dieser Versuche untauglich, weil dieses Harz die Elektricität eines andern Körpers weder leicht aufnimmt, noch auch willig ist, das einmal gewonnene wieder abzugeben. Umhüllt man aber das Schellack mit Goldschäum und giebt ihm dadurch eine leitende Oberfläche, so wird es ähnlich wie das Hollundermark von dem elektrischen Körper erst angezogen und dann abgestofsen. Es ist also gewiss, dass der elektrischen Abstofsung eine Mittheilung des elektrischen Zustandes stets vorangehen muss.

Leichte Körper, wie das Hollundermark-Kügelchen, hängen sich zuweilen an dem geriebenen Harze oder Glase an. Dieses findet aber niemals Statt, wenn die Elektricität des geriebenen Körpers auf den beweglichen Leiter leicht übertreten kann.

Die Abstofsung leichter, die Elektricität leitender Pendel, insbesondere die Divergenz zweier neben einander hängender Pendel, gewährt ein bequemes Hülfsmittel, elektrische Zustände zu erkennen und selbst zu messen. Den Hollundermark-Kügelchen sind aber zu diesem Zwecke dünne Stroh- oder Grashalme vorzuziehen. Einen noch höhern Grad von Empfindlichkeit erzielt man mit schmalen, zwei bis drei Zoll langen Goldblättchen, weil sie zu Folge ihres äußerst geringen Gewichtes der gegenseitigen Abstofsung nur wenig Widerstand entgegenzusetzen. Man vergleiche die Artikel Elektroskop und Elektrometer.

Stark gespannte Elektricität erkennt man schon an dem Uberschlagen des Funkens auf irgend benachbarte Leiter. Dieses Phänomen tritt nämlich allemal ein, wenn die auf einem Körper angesammelte Elektricität eine so starke Spannung besitzt, dass der Leitungswiderstand der Luft nicht mehr groß genug ist, ihrem Bestreben, sich nach einer gewissen Richtung fortzubewegen, z. B. auf einen nahe liegenden Körper überzutreten, das Gleichgewicht zu halten. Die Erfahrung lehrt, dass dieses Bestreben seine größte Stärke besitzt, wenn der genäherte Körper ein Leiter ist und mit der Erde in ableitender Verbindung steht. Von Schellack und Glas, so stark sie auch mit Elektricität beladen seyn mögen, entweichen durch den überspringenden Fun-

ken verhältnissmässig immer nur kleine Mengen, von den Stellen, welche dem genäherten Leiter zunächst liegen. Wird dagegen der mit der Erde leitend verbundene Körper, z. B. ein Knöchel der Hand, einem elektrischen Leiter bis zum Ueberschlagen des Funkens genähert, so verliert letzterer plötzlich fast alle Elektricität, womit er beladen war. Um recht deutliche und starke Funken zu erhalten, ist es daher nöthig, Leiter von grossem Umfange in den elektrischen Zustand zu versetzen. Dies geschieht auf bequeme Weise mittelst grosser Cylinder oder Scheiben von Glas, die auf einem festen Gestelle um ihre Axen gedreht und dadurch an fest liegenden Lederkissen, deren Oberfläche gewöhnlich mit Zink-Zinnamalgam bedeckt ist, gerieben werden.

Der Glasfläche ist ein isolirter metallischer Leiter (der erste Conductor) so nahe wie möglich gerückt, wodurch während der Umdrehung fortdauernd ein Theil der Elektricität des Glases auf das Metall überströmt und von diesem nach Erforderniss auch auf andere Leiter übertragen werden kann. Vorrichtungen dieser Art, die einen sehr wesentlichen Theil des zum Studium der Elektricitätslehre erforderlichen Apparats ausmachen, nennt man Elektrisirmaschinen (Reibungs-Elektrisirmaschinen, siehe diesen Artikel).

Wenn man ein einfaches, isolirtes Pendel von Hollundermark durch Berührung mit dem ersten Conductor der Maschine elektrisirt hat, so wird es von diesem Conductor, so wie auch von dem geriebenen Glase abgestossen; von einer geriebenen Siegellackstange dagegen wird es angezogen. Hatte man es durch Berührung mit dem geriebenen Harze oder einer geriebenen Metallplatte elektrisch gemacht, so wird es von dem Siegellack abgestossen, aber von dem elektrischen Glase angezogen.

Noch im unelektrischen Zustande befindlich, wird das kleine Pendel von dem mit Pelz geriebenen Siegellack eben so gut, wie von dem mit Amalgam geriebenen Glase angezogen. Nähert man aber beide elektrische Körper gleichzeitig von derselben Seite, so hindert einer die Wirkung des andern oder hebt sie wohl ganz auf.

Andere Körper, so viele und so verschiedenartige man durch Reiben in den elektrischen Zustand versetzen mag, zeigen sich entweder dem Glase oder dem Harze ähnlich. Ein durch Berührung mit ihm selbst elektrisch gewordenes Pendel wird jeder abgestossen; wurde aber dem Pendel Elektricität schon zuvor mitgetheilt, so wird es von den einen angezogen, von den anderen abgestossen werden.

In der Wirksamkeit verschiedener elektrisirter Körper zeigt sich also ein bestimmter Gegensatz, der die Nothwendigkeit herbeigeführt hat, zwei ihrem Wesen nach entgegengesetzte elektrische Zustände, einen positiven (+) und negativen (−) zu unterscheiden. Die erstere Bezeichnung gilt für alle dem des geriebenen Glases ähnliche, die zweite für alle dem des geriebenen Harzes ähnliche elektrische Zustände.

Der Gegensatz beider Zustände wird noch deutlicher in dem folgenden Versuche hervortreten. Man stelle zwei ganz gleiche Elektrometer mit Pendeln von Strohhalmen neben einander. Dem einen werde die Elektricität des Harzes mitgetheilt. Die Halme treten auseinander. Man füge von derselben Elektricität noch etwas hinzu; die Divergenz vermehrt sich und kann durch eine dritte Portion noch weiter vergrößert werden. Dem zweiten Elektrometer ertheile man den elektrischen

Zustand des geriebenen Glases, so lange bis die Pendel in beiden Instrumenten gleich stark divergiren. Wird hierauf das eine Elektrometer dem andern so nahe gerückt, dass die auf beiden befestigten Metallplatten in Berührung kommen, so fallen die Pendel zusammen; zum Beweise, dass die vorher wirksamen Elektricitäten in demselben Augenblicke, in welchem sie in leitende Verbindung gelangen konnten, verschwunden sind. Hatte man beiden Instrumenten entweder nur den positiven oder nur den negativen elektrischen Zustand ertheilt, so bleiben sie bei der wechselseitigen Berührung elektrisch. Der positive und negative elektrische Zustand zernichten sich also beide wechselseitig, wenn beide zu gleicher Zeit und mit gleicher Stärke in Leitern von genau gleichem Umfange auftreten.

Wenn die auf zwei isolirten Leitern in gleicher absoluter Menge angehäuften Elektricität eine so starke Spannung besitzt, dass von einem zum andern schon vor der Berührung ein Funken überschlagen kann, so bezeichnet die Erscheinung desselben den Augenblick des Verschwindens beider elektrischer Zustände. Befand sich auf dem einen der beiden gleich großen Leiter mehr Elektricität, als auf dem andern, so bleibt sie nach der Entstehung des Funkens mit sichtbarer Spannung zurück.

Die in der gegenwärtigen Zeit am allgemeinsten verbreitete Vorstellung über die Ursache der entgegengesetzten elektrischen Zustände ist die Annahme von zweien elektrischen Flüssigkeiten, der positiven Elektricität ($+E$) und negativen Elektricität ($-E$), die, wenn auch, jede für sich betrachtet, ganz gleich in ihrem Verhalten, ihrem Wesen nach verschiedenartig sind. Sie besitzen die Eigenschaft, einander schon aus der Entfernung anzuziehen, und wirken dadurch dem Abstofsungsvermögen jeder einzelnen gegen sich selbst, entgegen. Hindert nichts den Uebertritt beider zu einander, so verbinden sie sich in einem bestimmten Verhältnisse und bilden dadurch einen für die Sinne völlig un wahrnehmbaren Gleichgewichtszustand. Ihre Verbindung hat den Namen *neutrales Electricum* erhalten.

Die Theorie von zwei elektrischen Flüssigkeiten wird die dualistische oder auch die Symmer'sche Theorie genannt, weil sie zuerst von Symmer aufgestellt worden ist.

Nach einer andern ältern Hypothese, welche Franklin erdacht hat, giebt es nur eine elektrische Materie, deren Theile zwar einander abstofsen, aber von aller wägbaren Materie angezogen werden. Dieses Fluidum ist durch die ganze Natur verbreitet, und jeder Körper im natürlichen Zustande enthält eine seinem besonderen Anziehungsvermögen entsprechende Menge davon. Unter Umständen kann er aber auch mehr aufnehmen oder verlieren. Der positive elektrische Zustand bezeichnet einen Ueberfluss, der negative einen Mangel an der einem Körper zugehörigen natürlichen Elektricitätsmenge.

Die elektrischen Erscheinungen, oberflächlich besehen, lassen sich sowohl nach der einen wie nach der andern erklären.

Die Symmer'sche Theorie giebt aber von manchen Phänomenen eine ungezwungenere Erklärung als die Franklin'sche und bietet zudem eine brauchbare Grundlage für die Rechnung. Sie hat daher in der neuesten Zeit die Theorie von einem elektrischen Fluidum verdrängt.

Mehrere Physiker der Gegenwart glauben beide elektrischen Hypothesen verwerfen zu müssen, weil der elektrische Stoff getrennt von anderer Materie nicht darstellbar ist. Die Wissenschaft kann hiervon keinen Gewinn ziehen, so lange es nicht gelungen ist, die gegenwärtigen, wenn auch unvollkommenen Vorstellungen, durch wahrscheinlichere und umfassendere zu ersetzen. Denn ohne irgend eine Vorstellungsweise von dem Wesen der Elektricität, geeignet, die von ihr herrührenden Körperzustände zu erklären oder doch unter gemeinschaftlichen Gesichtspunkten zusammenzufassen, würde man jedes Mittel entbehren, diese Verwicklung mannichfaltiger Erscheinungen zu entwirren.

Da die beiden elektrischen Principe, für sich betrachtet, sich ganz gleich verhalten und ihre Verschiedenheit nur dann sichtbar wird, wenn beide in Wechselwirkung treten, so kann die Art des elektrischen Zustandes eines Körpers nur aus der Vergleichung erkannt werden. Es soll z. B. die Elektricität des mit Wolle geriebenen Schwefels geprüft werden. Man ertheile dem Hollundermarkpendel im Voraus Elektricität von bekannter Art, z. B. $+E$, so dass bei Annäherung des geriebenen Glases Abstosung erfolgt; man wird finden, dass der Schwefel Anziehung bewirkt. Der Schwefel, durch Reiben mit Wolle wird also negativ elektrisch.

Ein empfindlicheres Mittel den elektrischen Zustand eines Körpers zu erforschen, besteht darin, dem Elektroskop mit zwei Pendeln im Voraus Elektricität von bekannter Art zu geben. Angenommen es erhielt $+E$, und es zeigt sich ein entsprechender Ausschlag. Man nähere von oben den zu prüfenden Körper. Ist er gleichartig elektrisch, so vergrößert sich die schon vorhandene Divergenz, weil das im Elektroskop enthaltene Fluidum von dem des elektrischen Körpers abgestossen, sich nach den entferntesten Punkten seines leitenden Systems, nämlich nach den Pendeln zu begeben sucht und hier folglich stärker angehäuft wird. Ist er ungleichartig elektrisirt, so vermindert sich der Ausschlag, weil das im Elektroskop enthaltene Fluidum jetzt nach oben gezogen und dadurch aus dem Umfange der Pendel entfernt wird.

Wenn der von oben genäherte Körper im entgegengesetzten Sinne hinlänglich stark elektrisirt ist, so fallen bei einem gewissen Abstände desselben die Pendel ganz zusammen, gleich als wäre alle Elektricität fortgegangen. Entfernt man den elektrischen Körper, so kommt die ganze frühere Spannung wieder zum Vorschein. So lange der Körper nahe genug ist, um das Zusammensinken der Pendel vollständig bewirken zu können, kann das Fluidum des Elektroskops nicht abgeleitet werden. Dem Streben seiner Theile, sich nach beliebigen Richtungen fortzubewegen, ist also durch die Anziehung von außen ein Gegengewicht gesetzt.

Die Elektricität, wenn sie auf die beschriebene Weise durch Wirkung aus der Ferne ihre freie Beweglichkeit verloren hat, wird gebundene Elektricität genannt.

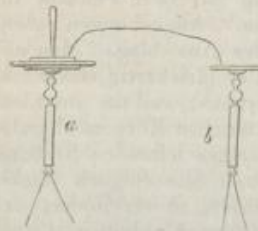
Dieser Zustand des Gleichgewichtes zwischen Attractionskraft und Repulsionskraft der Elektricität, unterscheidet sich von dem aus der Verbindung beider Principe hervorgehenden Gleichgewichtszustande wesentlich dadurch, dass er sogleich gestört wird, wenn man beide ungleichnamig elektrisirte Körper von einander entfernt, und dass, um das eine Fluidum vollständig zu binden, das andere im Ueberschusse

vorhanden seyn muss. Auch haben die Theile der gebundenen Elektricität das Vermögen, einander abzustofsen nicht verloren; nur kann es sich in keiner Weise äußern, wodurch Richtung und Stärke der gegenseitigen Anziehung geändert werden müsste. Man bringe den anziehenden elektrischen Körper unter das Elektroskop, so dass die darin enthaltene Elektricität herabgezogen und folglich in den Pendeln angehäuft und gebunden wird, so werden diese nicht zusammenfallen.

Die elektrische Bindung ist wechselseitig, d. h. weder von dem einen noch von dem andern der beiden einander gegenüberstehenden, entgegengesetzt elektrischen Körper kann durch einseitige Berührung mit dem Finger alle Elektricität abgeleitet werden. Sind beide Körper Leiter, so lässt sich durch abwechselnde Berührung bald des einen, bald des andern, allmählig alle Elektricität entfernen. Denn da die vollständige Bindung des einen Fluidums ein mit dem Abstände zunehmendes Uebergewicht von anziehender Kraft auf der andern Seite erfordert, so muss sich stets auf der einen oder andern freie, d. h. ableitbare Elektricität vorfinden. Dieser frei bewegliche Theil ist um so beträchtlicher, je weiter beide Körper von einander abstehen.

Man stelle zwei Elektroskope *a* und *b* (Fig. 61.) von gleicher Einrichtung neben einander. Dem einen ertheile man $+E$, dem andern

Fig. 61.



— E in geringerer Menge. Auf die Platte von *a* lege man eine dünne Harzscheibe, auf diese eine zweite Metallplatte und verbinde sie mit der Platte von *b* mittelst eines isolirten Metalldrahts. War der elektrische Ueberschuss in *a* groß genug, so werden die Strohhalme von *b* zusammenfallen, aber gleichzeitig wird auch die Divergenz in *a* sich vermindern. Berührt man die Platte *a* mit dem Finger, so verschwindet ihre freie Elektricität, dagegen treten die Pendel von *b* wieder auseinander. Entfernt man endlich die auf der Harzscheibe liegende Metallplatte, so bildet sich auch im Elektroskope *a* wieder ein Ausschlag, nur geringer als im Anfange.

Man bemerkt, dass die Pendel des Elektroskops, auch wenn dieses ganz frei von Elektricität war, bei der Annäherung eines elektrischen Körpers auseinander gehen. Die Elektricität, deren Gegenwart in den Pendeln hierdurch angezeigt wird, konnte nicht mitgetheilt seyn, denn die Divergenz tritt ein, lange bevor ein Funke überspringen konnte, auch verschwindet sie in trockner Luft spurlos, so wie der elektrische Körper wieder entfernt wird. Nähert man denselben von oben, so erweist sich jene in den Pendeln wirksame Elektricität als die gleichnamige. Sie fließt ab und die Strohhalme fallen zusammen, wenn das Elektroskop ableitend berührt wird. Aber nicht alle Elektricität konnte hierdurch abgeleitet werden; denn entfernt man den elektrischen Körper, nachdem die Verbindung mit der Erde wieder unterbrochen ist, so entsteht ein neuer Ausschlag, doch jetzt durch Elektricität entgegengesetzter Art bewirkt. Durch die Annäherung des elektrischen Körpers muss also gleichnamige elektrische Flüssigkeit zurückgedrängt, ungleichnamige angezogen und gebunden worden seyn.

Da nun vorher weder die eine noch die andere im leitenden Systeme des Elektroskops bemerkbar war, so müssen sich beide in ihrer

Verbindung als neutrales Electricum vorgefunden haben, und weiter folgt, dass diese Verbindung durch die Wirksamkeit der freien Elektricität schon aus der Entfernung getrennt werden kann. In der That entspricht auch das quantitative Verhältniss beider entwickelten Elektricitäten dieser Vorstellung.

Man verbinde zwei ganz gleiche Elektrometer mittelst eines ziemlich langen und isolirten Drahtes zu einem einzigen leitenden Systeme und nähere nur dem einen Elektrometer einen mit freier, z. B. positiver Electricität behafteten Körper; sogleich werden beide das Daseyn freier Elektricität anzeigen. Man hebe ihre Verbindung auf und entferne dann den elektrischen Körper. Beide Instrumente erscheinen nunmehr mit gleichen Mengen Elektricität behaftet. Aber dasjenige, dem der elektrische Körper zunächst stand, ist negativ, das entferntere positiv oder gleichartig elektrisirt. Stellt man ihre Verbindung von Neuem her, so fallen die Pendel zusammen.

Man kann sich leicht überzeugen, dass jeder Leiter der Elektricität im gewöhnlichen Zustande beide Fluida im Gleichgewichtsverhältnisse enthält. Freie Elektricität, wo sie sich vorfindet, zersetzt je nach ihrer Menge und der Größe des Abstandes einen mehr oder weniger großen Theil des in den Leitern der Umgebung enthaltenen neutralen Electricums. Ungleichnamiges Fluidum wird angezogen und gebunden, eine verhältnismäßige Menge des gleichartigen abgestoßen, und wenn es die leitende Verbindung gestattet, in die Erde getrieben. Die hierdurch bewirkte Störung des natürlichen Gleichgewichtszustandes nennt man elektrische Vertheilung.

Die vertheilende Kraft mindert sich bei zunehmender Entfernung. Die Grenzen, bis zu welchen hin ein elektrischer Körper noch einen wahrnehmbaren vertheilenden Einfluss äußert, nennt man seinen Wirkungskreis oder auch seine elektrische Atmosphäre.

Erst durch die Kenntniss des Gesetzes der Vertheilung wird man in den Stand gesetzt, von einer elektrischen Erscheinung, die unter allen zuerst auffällt, nämlich der Anziehung leichter unelektrischer Körpertheile, genügende Rechenschaft zu geben; denn wohlbekanntes Thatsachen stehen mit der Annahme, dass die wägbare Materie von der elektrischen Materie angezogen werden könne, im Widerspruch.

Die Erklärung hat aber keine Schwierigkeit mehr, nachdem man weiß, dass jeder Leiter in der Umgebung eines elektrischen Körpers durch die vertheilende Kraft mit ungleichnamiger Elektricität behaftet wird. In der That werden, unter übrigens gleichen Umständen, solche Stoffe am stärksten angezogen, bei welchen das gleichartige Fluidum am weitesten zurückgedrängt werden konnte. So bemerkt man, dass das an einem Seidenfaden hängende Hollundermark-Kügelchen nach erfolgter Berührung weit stärker abgestoßen wird, als es vorher angezogen wurde, weil seine Elektricitäten durch die vertheilende Kraft nur um einen geringen Abstand (den Durchmesser der kleinen Kugel) von einander getrennt werden konnten, folglich die Anziehung und Abstossung in der Stärke nur wenig verschieden sind. Berührt man das Kügelchen in der Nähe des elektrischen Körpers mit dem Finger und leitet man dadurch die vertheilte gleichartige Elektricität ab, so findet augenblicklich eine sehr starke Anziehung Statt. Aus demselben Grunde wird Hollundermark, an einem die Elektricität leitenden Lin-

nenfaden aufgehängt, weit stärker angezogen, als wenn es an einem Seidenfaden befestigt ist.

Je schlechter ein Körper leitet, um so weniger leicht können die in ihm natürlich vorhandenen Elektricitäten getrennt werden. Eine Schellackkugel, pendelartig aufgehängt, bleibt daher innerhalb des Wirkungskreises einer nicht sehr intensiven elektrischen Kraft ganz unbeweglich. Hat man aber den kleinen Körper zuvor elektrisch gemacht, oder umgibt man denselben mit Goldschaum, so folgt er dem elektrischen Einflusse.

Ist der anziehende Körper gleich wie der angezogene ein Leiter, so vereinigt sich die angezogene Elektricität im Augenblicke der Berührung mit einem entsprechenden Theile ihres Gegensatzes; beide Körper, hierdurch gleichartig elektrisch geworden, müssen sich daher abstofsen. Nichtleiter gestatten den Uebergang ihrer Elektricität zu der ungleichartigen der angezogenen Körpertheile nur schwierig; die Abstofung erfolgt daher oft langsamer, zuweilen gar nicht.

Dem Ueberspringen des Funkens auf nicht elektrische Körper geht stets eine elektrische Vertheilung vorher. Sein Uebergang ist also in diesem wie in dem früher betrachteten Falle zweier entgegengesetzt geladenen Leiter, ein sichtbares Resultat der gewaltsamen Vereinigung beider elektrischer Stoffe durch eine trennende Luftschicht. Hiermit übereinstimmend ist die bekannte Erfahrung, dass Nichtleiter nur einer sehr stark gespannten Elektricität gegenüber, und selbst dann nur schwierig den Funken aufnehmen, und dass derselbe unter übrigens gleichen Umständen um so leichter übergeht, je vollkommener und gröfser der Leiter ist, den man dem Einflusse eines elektrischen Körpers aussetzt. Ein kleiner, isolirter Leiter erhält weit schwächere Funken, weil die gleichartige Elektricität in demselben nicht weit genug zurückgedrängt werden kann, um ihre Einwirkung auf die ungleichartige, von der sie getrennt wurde, ganz zu verlieren. Es ist übrigens einleuchtend, dass nach der Entwicklung des Funkens in dem einen Leiter eben so viel Elektricität und von derselben Art frei geworden seyn muss, als in dem andern in den Gleichgewichtszustand versetzt wurde.

Auf dem Gesetze der Vertheilung beruhen mehrere theils für das Studium der Elektricität, theils für die Anwendung derselben sehr werthvolle Geräthschaften; unter welchen insbesondere hervorzuheben: der Condensator, das Elektrophor, die Franklin'sche Tafel, die Leydener Flasche und elektrische Batterie. (Man vergleiche diese Artikel.)

Gesetze der elektrischen Anziehung und Abstofung.

Die geringe Beständigkeit elektrischer Zustände, insbesondere die Schnelligkeit, womit freie Elektricität von guten Leitern, auch bei der zweckmäfsigsten Isolirung entweicht, macht eine scharfe Messung der Gröfse elektrischer Einwirkungen zu einer höchst schwierigen bis jetzt nur unvollkommen gelösten Aufgabe. Was hierüber bekannt ist, reicht gleichwohl aus, um über die Gesetze, nach welchen die Wirksamkeit der freien Elektricität sich richtet, keinen Zweifel zu gestatten. So hat man gefunden:

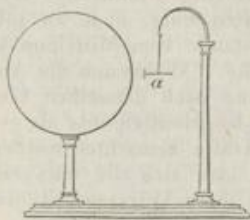
1) Die Stärke der Abstofung gleichartiger, so wie die der Anziehung ungleichartiger elektrischer Kräfte, steht im verkehrten Verhältniss des Quadrates der Entfernung ihrer Angriffspunkte.

2) Die Wirkungen eines elektrischen Körpers, Abstofsung, Anziehung und vertheilende Kraft, sind den Elektricitätsmengen proportional, womit er behaftet ist.

3) Die Stärke der wechselseitigen Anziehungen oder Abstofsungen zweier mit Elektricität behafteten Körper stehen bei unverändertem Abstände im zusammengesetzten Verhältnisse der auf beiden Körpern vorhandenen Elektricitätsmengen.

Das einfachste und doch zugleich eins der genauesten elektrischen Messwerkzeuge ist die elektrische Nadel. Sie besteht aus einem

Fig. 62.



sehr dünnen $1 - 1\frac{1}{2}$ Zoll langen Stäbchen von Schellack *a* (Fig. 62.), das an einem einzigen Coconfaden waagrecht aufgehängt ist und am einen Ende ein sehr leichtes, kreisrundes Metallblättchen oder eine kleine Scheibe von Goldpapier trägt. Wenn man diesem Scheibchen Elektricität mittheilt, so wird es von anderen elektrischen Körpern, je nachdem sie mit dem gleichnamigen oder ungleichnamigen Fluidum behaftet sind, abgestossen oder angezogen. Die Nadel aus ihrer Ruhelage gebracht, beginnt daher wie

ein Pendel zu schwingen. Aus der Zeit, welche zur Vollendung einer gewissen Anzahl Schwingungen nöthig ist, lässt sich dann die Stärke der Einwirkung berechnen. Wegen der Kleinheit und Dünne des Scheibchens kann man seinen Mittelpunkt als gemeinschaftlichen Angriffspunkt der in ihm thätigen elektrischen Kräfte ansehen.

Vermittelst dieser Vorrichtung hat zuerst Coulomb die Richtigkeit der obigen Gesetze, welche man übrigens, wiewohl nur aus theoretischen Gründen, schon vorher nicht bezweifelte, experimentell bestätigt. Er stellte eine isolirte Kugel von Messingblech oder auch von Pappe mit Metallpapier überzogen, so der Nadel gegenüber, dass, wenn diese in ihrer Ruhelage war, die gerade Linie, welche ihren Aufhängepunkt mit dem Mittelpunkte der Scheibe verband, zugleich durch den Mittelpunkt der Kugel ging. Die letztere hielt 12 Zoll im Durchmesser, ihr isolirender Fuß war auf einem in Zolle getheilten Brette in gerader Linie verrückbar, wodurch es möglich wurde, ihren Abstand von der Nadel beliebig zu verändern.

Der Kugel wurde Elektricität von der einen Art, der kleinen Scheibe von der andern Art mitgetheilt. Die Menge, welche die letztere erhielt, musste aber wenigstens eben so viel betragen, als durch Vertheilung möglicher Weise in ihr ausgeschieden werden konnte. Um diesen Zweck sicher zu erreichen, rückt man die elektrische Kugel etwas näher zu dem Pendel hin, als sie später, während der Beobachtungen stehen soll, und berührt das Scheibchen einen Augenblick mit einem Leiter. Die Kugel wurde dann in thunlichst kurzer Zeit in verschiedene Abstände zu der Nadel gebracht, und in jeder dieser Stellungen die für eine gewisse Anzahl Schwingungen erforderliche Zeit gemessen.

Bei einer Versuchsreihe z. B. fand Coulomb, dass wenn die Entfernung des Mittelpunktes der Kugel vom Mittelpunkte der Scheibe von anfänglich 9 Zoll auf 18 und 24 Zoll vergrößert wurde, die zu je 15 Schwingungen erforderlichen Zeiten, 20 Secunden, 41 und 60

Secunden betragen. Die Quadrate dieser Zeiten, die Zahlen 400, 1681 und 3600 verhalten sich fast wie $1 : 4 : 9$. Die Intensitäten der Anziehung, welche nach den bekannten Gesetzen der Pendelschwingungen, den Quadratzahlen der Schwingungszeiten umgekehrt proportional sind, waren daher (die beim ersten Versuche der Einheit gleich gesetzt) $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{9}$. Diesen Kräften müssen nun, wenn anders die elektrischen Anziehungen bei zunehmender Entfernung in quadratischem Verhältnisse abnehmen, Abstände zugehören, die sich wie $1 : 2 : 3$ verhalten.

Es ist eine natürliche Folge der regelmässigen Gestalt eines kugelförmigen Körpers, dass die demselben ertheilte Elektricität sich ringsum auf ganz gleichförmige Weise ausbreiten muss; d. h. an solchen Stellen der Kugel, die in gleichem Abstände vom Mittelpunkte liegen, herrschen ganz gleiche elektrische Kräfte. Wenn nun die Anziehung derselben bei zunehmender Entfernung nach demselben Gesetze abnimmt wie die Schwere, so muss der Kugelmittelpunkt als gemeinschaftlicher Angriffspunkt aller dieser Kräfte betrachtet werden dürfen; ganz aus demselben Grunde, warum man sich alle schweren Theile der Erde, zur Berechnung der Grösse ihrer Wirksamkeit, im Mittelpunkte der Erde vereinigt denken kann.

Nun war der Abstand des Mittelpunktes der Scheibe von dem der Kugel bei dem ersten Versuche 9 Zoll; beim zweiten sollte er hiernach $2 \cdot 9 = 18$ Zoll, beim dritten $3 \cdot 9 = 27$ Zoll betragen. Nur beim dritten Versuche zeigte sich eine merkliche Verschiedenheit. Die Nadel durfte, um 15 Schwingungen in 60 Secunden zu machen, nur 24 Zoll entfernt seyn. Allein dieser dritte Versuch war der zuletzt angestellte; bis dahin war bereits ein Theil der Elektricität fortgegangen. In der That würde z. B. eine Wiederholung des ersten Versuches nach Beendigung des dritten nicht mehr dasselbe Resultat liefern als anfänglich; bei 9 Zoll Abstand würden 15 Schwingungen mehr als 20 Secunden Zeit erfordern.

Die Schnelligkeit der Schwingungen hängt also nicht blofs von der Grösse des Abstandes ab, sondern auch von der Stärke der Ladung beider einander gegenüberstehender elektrischer Körper. Um zu erfahren, wie viel jeder dazu beiträgt, berühre man die elektrische Kugel, ohne ihren Abstand vom Pendel zu ändern, mit einer andern nicht elektrischen, von durchaus gleicher Grösse und Beschaffenheit, und ebenfalls isolirt. Es ist klar, dass beide sich in die vorhandene Elektricitätsmenge theilen werden. Hatte nun die Nadel die Zahl von 15 Schwingungen vorher in 20 Secunden vollendet, so wird sie jetzt 28,5 Secunden dazu bedürfen. Die Intensitäten der Einwirkung in beiden Fällen verhalten sich also umgekehrt wie $(20)^2 : (28,5)^2 = 400 : 812$; d. h. wie $2 : 1$.

Entzieht man der kleinen Scheibe die Hälfte ihrer Elektricität, indem man sie einen Augenblick mit einer andern von ganz gleicher Beschaffenheit, die ebenfalls in der Mitte an einem Schellackstäbchen befestigt ist, in Berührung bringt, so findet man, unter Voraussetzung, dass die Kugel von ihrem anfänglichen Vorrathe nichts verloren hatte, dass sich die Stärke der wechselseitigen Einwirkung, wie vorher um die Hälfte vermindert hat.

Zur Gesamtstärke der wechselseitigen Anziehung zweier ungleichnamig elektrischen Körper betheiligen sich also beide in ganz gleicher

Weise, jeder nämlich im geraden Verhältnisse zur Elektricitätsmenge, womit er beladen ist. Bezeichnet man mit s und s' die absoluten Mengen von Elektricität zweier Körper, mit d die Entfernung der Mittelpunkte ihrer Wirksamkeit, so ist die Stärke dieser Wirksamkeit dem Ausdrücke $\frac{s s'}{d^2}$ proportional zu setzen.

Aus den Schwingungen der kleinen Nadel lässt sich auf ähnliche Weise die Folgerung ziehen, dass die Abstofsung gleichnamiger Elektricitäten dem Ausdrücke $\frac{s s'}{d^2}$ proportional ist. Zu dem Ende muss das Scheibchen in der Ruhelage von der Kugel abgewendet seyn; man ertheilt letzterer Elektricität von gewisser Art und giebt dann dem Scheibchen, indem man es einen Augenblick mit der Kugel in leitende Verbindung setzt, dieselbe elektrische Beschaffenheit.

Zur experimentellen Begründung der Gesetze der elektrischen Einwirkungen hat Coulomb mit gleichem Erfolge auch seine Drehwaage benutzt; worüber man das Ausführlichere nachlesen kann in Biot, *Traité de phys.* II. 224 (zur Vergleichung siehe Elektrometer.)

Gleichgewichtsgesetze der freien Elektricität.

Wenn man einem isolirten Leiter Elektricität, sey es auch unmittelbar nur an einer einzigen Stelle, entzieht oder mittheilt, so vermindert oder vermehrt sich gleichwohl an jeder Stelle seiner Oberfläche die Dichte der darauf verbreiteten elektrischen Flüssigkeit und zwar überall auf proportionale Weise. Ist z. B. überhaupt die Hälfte des vorhandenen Fluidums fortgegangen, so hat sich die Dichte desselben an jeder Stelle um die Hälfte vermindert.

Jedes elektrische Theilchen, womit der Leiter behaftet ist, wirkt abstosend auf die gleichnamig elektrischen Theile in seiner Umgebung, während es ungleichnamiges Fluidum anzuziehen und sich damit zu verbinden strebt; beides mit einer Stärke, welche zu dem Quadrate des Abstandes proportional ist. Auf einen beliebig gewählten Punkt eines elektrisirten Leiters wirkt folglich eine vertheilende Kraft, deren Stärke gleich ist der Resultanten der Einwirkungen aller auf diesem Körper verbreiteten elektrischen Kräfte. Die Bedingung des Gleichgewichtes erfordert demnach, dass in jedem Punkte desselben gerade so viel von dem gleichnamigen Fluidum angehäuft sey, als durch die von allen anderen Punkten her einwirkenden vertheilenden Kräfte hätte ausgeschieden werden können. Ist an irgend einer Stelle bereits mehr vorhanden, so verbreitet sich dieser Ueberfluss über andere Theile des Leiters; ist weniger da, so findet Zufluss Statt, dergestalt, dass nach eingetretenem Ruhezustande sich freie Elektricität nur von einer Art vorfinden kann, und zwar an jedem Punkte in solcher Menge, als der Resultanten der Einwirkungen aller übrigen vorhandenen elektrischen Theile auf diesen Punkt entspricht. Jede Zunahme oder Abnahme der elektrischen Dichtigkeit muss daher gleichmäfsig an allen Stellen des Leiters eintreten.

Leiter von gleicher äußerer Gestalt und Gröfse besitzen gleiche Capacität für die Elektricität, mögen sie übrigens aus gleichem oder aus verschiedenem Stoffe bestehen, mag der innere Raum bei dem ei-

nen mit leitendem Stoffe, bei dem andern mit nichtleitendem ausgefüllt oder auch ganz leer seyn. Berührt man z. B. eine mit Elektricität behaftete Kugel von Messingblech, mit einer andern von Glas oder Holz, die mit Metallpapier überzogen ist, aber denselben Durchmesser wie die erstere besitzt, so verliert diese gerade die Hälfte ihrer Elektricität. Man muss hieraus schliessen, dass freie Elektricität im Ruhezustande sich nur auf der Oberfläche der Leiter aufhalten kann, und dass die wägbare Materie der Körper auf die freie Elektricität, welche sie enthalten, keine anziehende Kraft, noch irgend sonst eine Wirksamkeit äufsert.

Auch andere Erfahrungen beweisen die Abwesenheit freier Elektricität im Innern der Leiter. Eine Messingkugel von 3—4 Zoll Durchmesser, isolirt und mit Elektricität behaftet, so dass sie eine deutliche Wirkung auf das Elektroskop hervorbringt, umgebe man mit zwei hohlen Halbkugeln von etwas größerem Durchmesser, die an isolirenden Stielen gefasst werden und, zusammengestofsen, die Kugel ganz umschliessen; setze die innere mit der äufsern Kugel einen Augenblick in Berührung und entferne dann die Halbkugeln bei sorgfältiger Vermeidung jeder weitem Verbindung mit dem eingeschlossenen Leiter. Letzterer verliert dadurch den elektrischen Zustand so vollständig, wie wenn er mit dem allgemeinen Ableiter in Verbindung gestanden hätte; das ihm entzogene Fluidum findet sich jedoch auf der leitenden Hülle wieder, womit man ihn umgeben hatte. — Hat man in der innern Höhlung eines isolirten Leiters ein Strohhalm-Elektroskop eingeschlossen, doch so dass es mit der übrigen leitenden Masse in unmittelbarer Verbindung bleibt, so zeigt auch die stärkste elektrische Ladung keine Einwirkung darauf. Wird das Elektroskop, bereits im elektrischen Zustande durch eine passende Oeffnung eingesenkt, so fallen die Pendel in dem Augenblicke zusammen, da die leitende Verbindung mit der Oberfläche des Körpers vermittelt wird.

Freie Elektricität im Innern eines Leiters erfährt eine Abstofsung von allen Seiten her. Gesetzt nun, diese Einwirkungen halten einander in Beziehung auf irgend einen Punkt *a* im Innern nicht das Gleichgewicht (oder ihre Resultirende ist nicht Null), so kann auch die in *a* etwa befindliche freie elektrische Flüssigkeit nicht in Ruhe bleiben. Ist der Punkt von jeder Richtung her einer gleich starken elektrischen Einwirkung unterworfen, so kann die in demselben vorhandene Elektricität wegen der wechselseitigen Abstofsung ihrer Theile gleichfalls nicht zur Ruhe kommen, ihre Fortbewegung müsste denn durch Leitungswiderstände verhindert werden. Besteht ein leitender Zusammenhang mit der Oberfläche, so muss sich alle auf die inneren Theile übertragene Elektricität dorthin zusammenziehen. Jeder Punkt im Innern befindet sich daher nach hergestelltem Gleichgewichte im natürlichen elektrischen Zustande, so groß immerhin die an der Oberfläche angehäufte Menge elektrischer Flüssigkeit seyn mag. Selbst an der Oberfläche der Leiter würde dieses flüchtige Princip nicht verweilen können, würde es nicht durch den Leitungswiderstand der Luft zurückgehalten. Bei abnehmender Luftdichtigkeit vermindert sich die Summe widerstehender Theilchen. In verdünnter Luft haftet daher die Elektricität viel weniger leicht an der Oberfläche leitender Stoffe, und der leere Raum verhält sich ganz wie ein Leiter. Z. B. eine unter der

Luftpumpe isolirte Kugel von Messingblech verliert die ihr mitgetheilte Elektricität, so wie man die sie umgebende Luft entfernt.

Die Abstofsungen, welche ein beliebig gewähltes Theilchen an der Oberfläche eines Körpers von allen übrigen über denselben Körper verbreiteten elektrischen Theilen erfährt, da sie nicht alle in gleicher Richtung einwirken können, heben sich theilweise auf, theilweise ergänzen sie sich zu einer gemeinschaftlichen Wirkung, winkelrecht gegen die Oberfläche, an derjenigen Stelle, an welcher das betrachtete Theilchen seinen Sitz hat. Gelangen mehrere elektrische Theilchen an diese Stelle, so ist die resultirende Abstofsung ihrer Summe, d. h. der elektrischen Dichtigkeit an dem betreffenden Punkte proportional. Aber gleichzeitig mit der zunehmenden Dichte an einem Punkte der Oberfläche vergrößert sich auf proportionale Weise die Abstofsung gegen jedes einzelne Theilchen an dieser Stelle, weil vermehrte Anhäufung der freien Elektricität an einem einzigen Punkte eines Leiters eine Dichtigkeitszunahme der ganzen über die Oberfläche desselben verbreiteten Elektricitätsmenge voraussetzt.

Der Druck der ruhenden Elektricität gegen sich selbst und ihre nicht leitende Umgebung, oder die Kraft, welche elektrische Spannung (Tension) genannt wird, ist also an jeder Stelle eines Leiters dem Quadrate der daselbst herrschenden elektrischen Dichtigkeit proportional.

Zwei isolirte Leiter in Berührung bilden ein einziges leitendes System. Aus jeder Dichtigkeitsveränderung der Elektricität auf der Oberfläche des einen, ist man daher berechtigt, auf eine proportionale Veränderung auf der Oberfläche des andern einen Schluss zu ziehen. Z. B. auf das Elektrometer werden durch jede unmittelbare Berührung mit einem elektrischen Körper Elektricitätsmengen übertragen, die den auf dem Körper selbst enthaltenen Mengen proportional sind.

Ist der eine Leiter im Vergleiche zu dem andern sehr klein, z. B. ein Scheibchen von Metallblech von höchstens 5—7 Linien Durchmesser, und bedeckt man damit irgend eine Stelle der Oberfläche des großen Körpers, so ist die davon aufgenommene Elektricitätsmenge, nicht nur im Allgemeinen der ganzen vorhandenen Elektricität, sondern (wenigstens annähernd) auch der Dichtigkeit an der Berührungsstelle proportional, d. h. wenn an verschiedenen Stellen der Oberfläche des großen Körpers die Dichtigkeit ungleich ist, so werden dem Scheibchen verhältnissmäßig verschiedene Elektricitätsmengen mitgetheilt. Ein solches Scheibchen, mittelst eines langen und dünnen Stäbchens von reinem Schellack isolirt, kann daher als Hülfsmittel gelten, die Dichte der Elektricität an verschiedenen Punkten der Oberfläche eines Leiters zu prüfen. Diese kleine Vorrichtung hat von Coulomb den Namen Prüfungsscheibe erhalten.

Die Art, wie sich freie Elektricität auf einem isolirten und von äusseren Einflüssen entfernt stehenden Leiter vertheilt, hängt ganz von der Gestalt seiner Oberfläche ab. Eine gleichförmige Vertheilung findet man mittelst des Prüfungsscheibchens nur an der Kugeloberfläche. Auf anders gestalteten Körpern häuft sich die Elektricität, womit sie beladen werden, an verschiedenen Stellen ungleich dicht an. Sind z. B. zwei Kugeln in Berührung, so zeigt sich in der Nähe der Berührungsstelle auf beiden die geringste Dichtigkeit, die größte aber an den entgegengesetzten Punkten. Sind beide von ungleicher Gröfse und

vergleicht man mittelst der Prüfungsscheibe ähnlich gelegene Stellen derselben, so findet man immer auf der kleineren die grössere elektrische Anhäufung. Je kleiner eine Kugel verhältnissmässig zur andern ist, um so mehr wächst das Verhältniss der elektrischen Dichtigkeit für ähnlich liegende Punkte, ohne jedoch den Werth 2 erreichen zu können. Indem man aber mehrere Kugeln an einander reiht, von denen die folgende immer kleiner wird als die vorhergehende, hat man es in der Gewalt, die auf der kleinsten angesammelte Elektricität zu jedem beliebigen Grade zu verdichten und dadurch ihre Spannung, die dem Quadrate der Dichtigkeit proportional ist, sogar bis zur Grenze des Widerstandes der Luft zu erhöhen. Auf dünnen kreisförmigen Platten nimmt die Dichte von der Mitte nach dem Rande hin, erst sehr allmählig, in der Nähe des Randes aber plötzlich sehr stark zu, und erreicht am Rande selbst ihren grössten Werth. Z. B. auf einer kreisrunden Messingplatte von 10 Zoll Durchmesser fand Coulomb, die Dichtigkeit in der Mitte als Einheit genommen: 3 Zoll vom Rande 1,005; 2 Zoll vom Rande 1,17; 1 Zoll vom Rande 1,52; $\frac{1}{2}$ Zoll vom Rande 2,07 und am Rande selbst 2,9. Als er seine Prüfungsscheibe nach und nach auf verschiedene Punkte eines langen, dünnen Metallstreifens setzte und jedesmal den ihr mitgetheilten elektrischen Zustand prüfte, hatte sie dicht am Ende noch einmal so viel Elektricität aufgenommen als in der Mitte; in der ganzen übrigen Länge aber bis zu 1 Zoll Abstand vom Ende überall beiläufig eine gleiche Menge. Da die Prüfungsscheibe über das Ende des Streifens hinausgeschoben, bis nur noch ihr äusserster Rand damit in Berührung blieb, bildete gleichsam eine Verlängerung beider Flächen des Streifens, daher sie in dieser Lage viermal so viel Elektricität aufnahm als in der Mitte. Auch auf der Oberfläche prismatischer und cylindrisch gestalteter Leiter bemerkt man die stärkste elektrische Anhäufung immer nahe an den Enden; ausserdem zeigt sich an jeder Kante und Ecke eine grössere Anhäufung als in einiger Entfernung davon. Auf der Oberfläche kegelförmiger oder nach einer Seite zugespitzter Leiter vermehrt sich die Dichtigkeit der Elektricität nach dem Scheitel des Kegels hin. In diesem äussersten Punkte selbst erreicht die Resultante der über die conische Oberfläche verbreiteten elektrischen Kräfte ihren grössten Werth. Wird daher an irgend einer Stelle der Oberfläche eines Leiters eine Spitze angebracht, so muss sich diejenige Elektricitätsmenge, die am äussersten Ende derselben durch sämtliche in dieser Richtung wirksame elektrische Abstossungen angehäuft wird, auf einer Fläche von äusserst geringer Ausdehnung ansammeln; ihre Dichtigkeit und Spannkraft am Ende der Spitze müsste daher, insofern sie durch einen Gegendruck von genügender Grösse zurückgehalten werden könnte, über jede messbare Grenze hinaus anwachsen. Der Leitungswiderstand der Luft ist hierzu bei weitem nicht gross genug. Unter dem Einflusse einer Spitze wird daher die elektrische Ladung eines jeden Leiters mit grosser Schnelligkeit in der Luft zerstreut. Dabei bemerkt man eine, je nach der Menge entweichender Elektricität, mehr oder weniger starke, wie von der Spitze ausgehende Luftströmung. Wird die Spitze unmittelbar an den Conductor einer mächtig starken Maschine angebracht, so kann diese durch die rasch auf einander folgenden Abstossungen elektrisirter Lufttheile bewirkte Bewegung eine solche Heftigkeit erlangen dass die Flamme einer Kerze davon ausgeblasen wird.

Wenn man einen S förmig gebogenen, an den Enden zugespitzten Messingdraht in der Mitte so unterstützt, dass er um den Stützpunkt herum in waagerechter Lage beweglich ist; wenn man dann den Fuß dieses kleinen Kreisels auf dem Conductor der Maschine oder einem andern damit in Verbindung stehenden Leiter befestigt, so wird er durch die aus den Spitzen entweichende Elektricität oder richtiger durch den gleichzeitig auftretenden Luftstrom in eine drehende Bewegung gesetzt, und zwar im entgegengesetzten Sinne des Stromes.

Das Ausströmen des elektrischen Fluidums durch eine am Conductor einer kräftig wirkenden Maschine angebrachte kleine Kugel oder durch einen dicken am Ende zugespitzten Metalldraht ist von der Erscheinung leuchtender Büschel oder Garben begleitet, welche jedoch nur im Dunkeln sichtbar sind. Man betrachtet als ein unterscheidendes Merkmal beider Elektricitäten, dass die negative bei gleicher Stärke der Erregung weit kleinere Strahlenkegel bildet als die positive. Lange, scharfe Spitzen zeigen übrigens in allen Fällen nur Lichtpunkte. Gehen die beiden Conductoren einer Maschine in stumpfe Spitzen oder kleine Kugeln aus, deren Abstand von einander nur einige Zoll beträgt, so entsteht von der Seite des positiven Conductors die stärkste Luftbewegung, d. h. eine zwischen beide Spitzen gehaltene Kerzenflamme flackert gegen die Seite des negativen Conductors.

Scharfe Ecken und Kanten, wenn sie sich an einem Leiter vorfinden, begünstigen auf ähnliche Weise wie die Spitzen, wiewohl in vermindertem Grade, das Entweichen der Elektricität. Körper mit recht glatter, überall abgerundeter Oberfläche, insbesondere Kugeln, halten dagegen die ihnen mitgetheilte Elektricität, unter übrigens gleichen Verhältnissen, am längsten zurück. Man pflegt daher cylinderförmige Conductoren in Kugeln endigen zu lassen oder doch sie kugelförmig abzurunden. Die Form eines Leiters mag indessen noch so gut gewählt, die Isolirung auf das Sorgfältigste angeordnet und die Luft vollkommen trocken seyn, so gelingt es doch nicht, die Elektricität lange Zeit auf der Oberfläche desselben zurückzuhalten; weil die den elektrischen Körper umspülenden Lufttheile, ähnlich wie andere leichte Körpertheilchen, erst angezogen, dann abgestoßen, eine zwar mächtige, aber fortdauernde Luftbewegung bewirken, wodurch nach und nach alle Elektricität entführt wird. Diese allmäligen Verluste vermindern sich im Allgemeinen mit der Stärke der elektrischen Ladung, und äußern begreiflicher Weise den nachtheiligsten Einfluss da, wo sich die Elektricität am stärksten angehäuft hat.

Ein Elektricitätsverlust durch die isolirenden Träger kann wesentlich nur bei feuchter Luft in Betracht kommen. Man weiß z. B., dass eine trockene Siegellackstange von 8—10 Zoll Länge, durch anhalten des Reiben am einen Ende, nicht eine Spur von Elektricität am andern Ende annimmt. Auch hat man gefunden, dass eine Kugel von Messingblech von 1 Fuß Durchmesser, die auf einer Schellacksäule von 8—10 Zoll Höhe und 1 Linie Durchmesser ruhte, an der Güte ihrer Isolirung nicht verlor, als man ihr drei solcher Stützen gab, ungeachtet doch die ableitende Oberfläche dadurch vergrößert wurde. Als absoluter Nichtleiter kann gleichwohl kein Isolator und überhaupt kein Körper angesehen werden. Man kann sich leicht überzeugen, dass eine Stange oder Platte von Siegellack, dem geladenen Conductor der Maschine nahe gebracht, einen Funken aufnimmt und dass ihr dadurch

die gleichnamige Elektricität eingeprägt wird. Auf ähnliche Weise muss folglich jeder isolirende Träger eines elektrischen Körpers einen Theil der Elektricität des letztern aufnehmen. Diese auf einen schlechten Leiter übergetretene Elektricität dringt in seine Masse ein und verbreitet sich mit abnehmender Dichtigkeit seiner Oberfläche entlang auf eine um so grössere Strecke, je unvollkommener sein Isolirungsvermögen und je höher die Spannung der zuströmenden Elektricität. Die isolirenden Füße oder Träger müssen daher um so länger seyn, je dichter die Elektricität ist, um deren Zurückhaltung es sich handelt und je schlechter das Isolirmittel, das man anwendet. Bei gleicher Länge und gleichem Stoffe halten Träger von geringer Dicke die Elektricität am besten zurück; hauptsächlich weil sie der Luftfeuchtigkeit die kleinste Oberfläche bieten.

Je nach der Tension der vorhandenen Elektricität und der Form des Leiters kann eigentlich jeder nichtleitende Stoff ein hinlänglich guter Isolator werden; denn Alles kommt darauf an, dass die Elektricität durch den Träger nicht rascher fortgeführt werde, als es durch die Luft ohnedies geschieht. Also Glas und Seide, welche die stark gespannte Elektricität gewöhnlich nicht zurückzuhalten vermögen, ja selbst Holz, von dem Augenblicke an, da ein gewisser, dem Leitungswiderstande dieser Stoffe gleichkommender, geringerer Grad der Spannung eingetreten ist, werden den noch vorhandenen Rest des elektrischen Fluidums eben so gut isoliren, als dies durch Harz möglich ist.

Wenn die Elektricität auf die Fläche eines Harzkuchens übergeht, so verbreitet sie sich dem Anscheine nach nicht gleichmäfsig auf der Uebergangsstelle. Hierauf beruhen die Lichtenbergischen Figuren. Man ergreife die äufsere Belegung einer kleinen geladenen Leydener Flasche und setze den Knopf, in welchen die innere Belegung ausgeht, auf den Harzkuchen. Ein Theil der inneren Ladung geht dadurch auf die Harzfläche über. Wird auf die so elektrisirte Stelle irgend ein feines, leichtes Pulver gesiebt, z. B. Hexenmehl oder Schwefelblumen oder Mennige, so ordnet sich dasselbe, je nach dem die innere Belegung der Flasche mit $+E$ oder mit $-E$ geladen worden war, entweder zu einem Kranze mit nach allen Richtungen ausgehenden Strahlen, oder nur zu einem einfachen Ringe.

Man kann auf eine Schellackplatte Elektricität selbst von sehr geringer Spannung übertragen, wenn man eine hervorstehende Ecke oder Kante des Leiters, oder noch besser eine damit verbundene Spitze gegen die Harzfläche richtet. Die Deckelplatten des Elektrophors und Condensators verlieren daher sehr leicht die ihnen ertheilte elektrische Ladung, wenn man nicht Sorge trägt, sie parallel von der Unterlage abzuheben.

Das Vertheilungsverhältniss der freien Elektricität auf der Oberfläche eines Leiters ist nur so lange ausschliesslich durch die Gestalt der Oberfläche bedingt, als andere Leiter ringsum weit entfernt liegen. So wie ein anderer die Elektricität leitender Körper in ihren Wirkungskreis gelangt, ändert sich der frühere Gleichgewichtszustand. Beide Körper seyen z. B. isolirte Kugeln mit metallischer Oberfläche, die vorher in Berührung waren und folglich gleichnamig elektrisirt sind. Man wird finden, dass an verschiedenen Stellen der Oberfläche sowohl von A wie von B , eine ungleiche Dichtigkeit herrscht, ungleich zwar ist dieselbe an den einander zunächst liegenden Stellen am gering-

sten, an den am weitesten entlegenen am größten. Sind beide Kugeln mit ungleichnamigen Elektricitäten beladen, so zeigt sich das umgekehrte Verhalten. Diese Unterschiede in der elektrischen Dichtigkeit auf verschiedenen Punkten der Oberfläche sind um so bemerkbarer, je geringer der Abstand beider Körper; sie vermindern sich bei zunehmender Entfernung.

Gesetzt man habe der Kugel *A* im Voraus z. B. $+ E$ mitgetheilt, während *B* vor dem Eintritte in den Wirkungskreis von *A* sich im natürlichen Zustande befand, so muss ein Theil des neutralen Elektricum von *B* zersetzt werden; $- E$ wird sich nach dem Theil der Oberfläche hinziehen, welcher *A* zugekehrt ist, $+ E$ sich vorzugsweise am entgegengesetzten Ende anhäufen. Zwischen diesen beiden Stellen der Kugel und im Allgemeinen des Leiters *B* muss folglich eine Grenze (eine Zone) seyn, welche im natürlichen Zustande verharrt. Dieses Verhalten lässt sich auf folgende Art sehr leicht experimentell darstellen:

Fig. 63.



Man trage einen langen, cylindrischen, an beiden Enden abgerundeten Leiter (Fig. 63.) isolirt über einen durch Reiben elektrisirten Harzkuchen; die an seinen beiden Enden angebrachten Strohhalm-Elektrometer werden sogleich einen starken Ausschlag geben; das untere in Folge gebundener $+ E$, das obere durch frei gewordene $- E$. Ein zwischen beiden befindliches verrückbares Elektrometer wird überall eine geringere Divergenz zeigen, und insofern nur der Cylinder nicht zu kurz ist, an irgend einer Stelle gar nicht divergiren. Berührt man den Leiter, so verschwindet die durch $- E$ bewirkte Spannung und nur am untern Ende dauert die Divergenz der Strohhalme fort.

Je mehr Punkte eines Leiters der Oberfläche eines mit Elektricität behafteten Körpers gegenüberstehen, so nahe als möglich, ohne dass die durch Atmosphärenwirkung entwickelte ungleichnamige zu der ursprünglich vorhandenen Elektricität übertreten kann,

eine um so stärkere elektrische Zersetzung findet Statt, jedoch ohne dass die Menge der gebundenen Elektricität die der bindenden jemals ganz erreichen kann. Sind beide nur durch eine Luftschicht getrennt und werden sie allmähig einander genähert, so wächst die elektrische Spannung an den zunächst liegenden Stellen bald bis zum Uebergange des Funkens. Mit seinem Auftreten verschwindet alle gebundene Elektricität, und die auf demselben Leiter zurückbleibende ungleichnamige zeigt sich ihrer Menge nach genau eben so groß wie der Verlust, welchen der ursprünglich elektrische Körper erlitten hat.

Wenn man gegen einen elektrischen Körper eine Metallspitze richtet, die in leitender Verbindung mit der Erde steht, so ist der Widerstand der Luft nicht groß genug, um die in der Spitze durch Vertheilung entwickelte ungleichnamige Elektricität verhindern zu können, selbst aus beträchtlicher Entfernung auf den elektrischen Körper überzufließen. Durch diesen Einfluss kann daher ein elektrischer Körper in sehr kurzer Zeit in den natürlichen Zustand zurückgeführt werden. Richtet man z. B. eine lange scharfe Spitze gegen den Conductor einer kräftig wirkenden Maschine, so senkt sich alsbald die Kugel des Hen-

ley'schen Elektrometers; ein Einfluss, der sogar bei 8—10 Fufs Entfernung noch bemerkbar ist. Beträgt aber der Abstand der Spitze von der Oberfläche des Conductors nur 2—3 Fufs, so nimmt der letztere trotz dem lebhaftesten Betriebe der Maschine keine Ladung an. — Im Dunkeln leuchtet die Spitze. — Wird die Spitze gegen den Knopf einer geladenen Flasche gerichtet und allmählig demselben genähert, während man die äufere Belegung mit der Hand berührt, so entladet sich die Flasche in wenigen Secunden ohne Geräusch, und ohne sehr auffallende Erschütterung der Nerven.

Wenn ein stark elektrisirter Körper, z. B. der Conductor einer im besten Gange befindlichen Elektrisirmaschine, von verschiedenartigen Stoffen, guten und schlechten Leitern umgeben ist, so wird der natürliche Zustand in allen ohne Ausnahme gestört, das gleichnamige Fluidum abgestofsen, das ungleichnamige angezogen. Der hieraus hervorgehende Druck gegen die Luft nimmt zu, je mehr sich der elektrische Körper und seine Umgebungen einander nähern, aber nicht nach jeder Richtung mit gleicher Stärke. Denn die Vertheilung geht in den guten Leitern leichter und vollständiger als in den schlechteren vor sich, und überhaupt um so vollständiger, je schneller und je weiter sich die gleichartige (abgestofene) Elektricität entfernen kann; sie wird daher in solchen Leitern, die mit der Erde in Verbindung stehen, am vollständigsten eintreten. Der elektrische Funke kann demnach auf jeden Körper in der Umgebung des Conductors überspringen, er wird aber denjenigen am sichersten treffen, der bei der gleichen Nähe die beste Leitfähigkeit besitzt. Befindet sich in der Nachbarschaft des Conductors ein Leiter, der mit einer langen, scharfen Spitze versehen ist, so wird bei diesem, wie bei allen anderen Körpern in der Nähe, die Vertheilung vor sich gehen. Allein während die gleichnamige Elektricität in den Boden entweicht, muss die ungleichnamige durch die Spitze ausströmen. Während also an den dem Conductor zugekehrten Enden der anderen Körper, je nach dem Grade ihrer Leitfähigkeit, das ungleichnamige Fluidum in größerer oder geringerer Menge sich anhäuft, ist der mit der Spitze versehene der einzige, welcher den natürlichen Zustand eigentlich nicht verlässt. So wie eine Entladung erfolgt und der Conductor seinen elektrischen Zustand verliert, müssen die in jedem Gegenstande der Umgebung getrennten Elektricitäten sich wieder vereinigen. Waren nun in einem Körper durch die vertheilende Einwirkung beträchtliche Elektricitätsmengen ausgeschieden und an entgegengesetzten Enden angehäuft worden, so kann der Rücktritt derselben, nämlich ihre Wiedervereinigung, von ähnlichen Erscheinungen, z. B. wenn lebende Geschöpfe einen Theil des leitenden Systems ausmachen, von einem ähnlichen Nervenreize begleitet seyn, wie der directe elektrische Schlag. Man nennt diese Erscheinung Rückschlag.

Gesetze der Elektricitätserzeugung durch Reiben.

Reiben bewirkt eine Störung des natürlichen elektrischen Gleichgewichtszustandes (eine Zersetzung des neutralen Elektricums) der geriebenen Körper, wobei von dem einen das ausgeschiedene $+E$, von dem andern das ausgeschiedene $-E$ aufgenommen wird. Man befestige auf dem Strohhalmelektroskope eine Metallplatte, deren obere

Fläche eben abgeschliffen ist, und reibe dieselbe mit der gleichfalls ebenen Fläche eines andern, aber nicht leitenden Körpers, z. B. mit einer Glas- oder Harzscheibe. Keine oder doch nur eine geringe Divergenz wird bemerkbar. So wie man aber beide Körper trennt, erscheint der eine mit $+E$, der andere mit $-E$ beladen.

Die Art des elektrischen Zustandes, welchen ein Körper durch Reibung erhält, richtet sich nach der Beschaffenheit des Reibzeugs. Z. B. in der folgenden Reihe von Körpern wird irgend welcher, den man auswählen mag, durch Reiben mit einem der über ihm stehenden gewöhnlich negativ, durch alle nachfolgenden positiv elektrisirt.

Katzenfell	Seide
Fuchsschwanz	Siegellack
Polirtes Glas	Mattgeschliffenes Glas
Wolle	Metall
Papier	Schwefel.

Die Stellung eines Körpers in dieser Reihe wird jedoch zuweilen durch anscheinend geringfügige Aenderungen seines Zustandes, insbesondere des Zustandes seiner Oberfläche, ja selbst schon durch die Art des Reibens verändert. So findet man, dass mattgeschliffenes Glas gegen polirtes und sogar gegen Schellack negativ elektrisch wird. Erwärmtes Glas wird negativ elektrisch durch Reiben mit kaltem Glase. Ueberhaupt rückt ein Körper in einer elektrischen Reihe, wie die hier aufgestellte, durch Erwärmen abwärts. In diesem Umstande hat man die Erklärung gesucht, warum von zwei weissen seidenen Bändern, aus demselben Stücke genommen, die kreuzweise über einander gerieben werden, das der Länge nach geriebene $+E$, das in die Quere geriebene $-E$ annehmen müsse. Letzteres nämlich, da es sich an weniger Punkten reibt, wird stärker erwärmt.

Man bemerkt, dass ein unter den vorher zusammengestellten Körpern beliebig gewählter durch Reiben um so kräftiger elektrisirt werden kann, je weiter das aus derselben Reihe gewählte Reibzeug davon absteht. Um z. B. Siegellack negativ elektrisch zu machen, ist Pelzwerk das geeignetste Reibzeug; um dem polirten Glase $+E$ zu ertheilen, ist Wolle weit weniger wirksam als Metall. Das beste Reibzeug für Glas ist das Kienmayer'sche Amalgam (2 Theile Quecksilber, 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink). Entgegengesetzte elektrische Zustände werden indessen selbst dann erhalten, wenn man dem Anscheine nach ganz gleichartige Körper, z. B. zwei polirte Glasplatten zusammenreibt.

Die zwischen zwei Körpern durch Reibung bewirkte Ausscheidung der elektrischen Flüssigkeiten kann über eine gewisse Grenze hinaus nicht gesteigert werden. Diese Grenze ist erreicht, wenn die ihrem Wesen nach unbekannt, bei der Reibung thätige, zersetzende Kraft, vermehrt um den Leitungswiderstand, mit der gegenseitigen Anziehung beider elektrischer Stoffe, oder mit ihrem Bestreben, sich wieder zu vereinigen, in's Gleichgewicht getreten ist. Von den beiden auf einander geriebenen Stoffen muss immer wenigstens der eine ein schlechter Leiter seyn; Alles, was die Leitfähigkeit dieses letztern vermehrt, z. B. Feuchtigkeit, vermindert die Anhäufung der erzeugten Elektricitäten. Man muss hieraus schließen, dass die bei der Reibung wirksame zersetzende Kraft allein die alsbaldige Wiedervereinigung der ausgeschiedenen Elektricitäten nicht verhindern kann.

Schlechte Leiter in Form von Scheiben, welche nur auf einer Seite gerieben werden, nehmen auf der andern Seite den entgegengesetzten elektrischen Zustand an; zwar nur in geringerem Grade der Spannung und häufig auch nicht sogleich. Führt man aber nur fort zu reiben, oder überlässt auch nur die Platte in trockener Luft sich selbst, so werden die beiden Flächen nach einiger Zeit unfehlbar ungleichnamige elektrische Zustände zeigen.

Werden mehrere dünne Scheiben auf einander gelegt und dann nur die eine oder andere der äußeren Oberflächen gerieben, so werden gleichwohl alle, wiewohl in abnehmenden Graden, elektrisch, und zwar findet man, dass jede einzelne Scheibe, für sich geprüft, auf der Fläche, die mit der geriebenen Oberfläche gleiche Lage hatte, die gleichartige, auf der abgewendeten Fläche die ungleichartige Elektricität erhielt.

Da die auf der einen Seite einer nicht leitenden Scheibe durch Reiben entwickelte Elektricität über die auf der andern Seite auftretende ungleichnamige das Uebergewicht hat, so lässt sich die letztere gewöhnlich nicht unmittelbar nachweisen. Setzt man z. B. eine dünne Harzscheibe mit der nicht geriebenen Fläche auf die Platte eines Elektroskops, so wird das letztere mit $-E$, nämlich mit der Elektricität der geriebenen Harzfläche divergiren. Bedeckt man aber die letztere mit einer nicht isolirten Metallplatte, so richtet sich die vertheilende Kraft der über das Harz verbreiteten $-E$, vorzugsweise gegen diesen näher liegenden Leiter, seine $-E$ wird in die Erde abgestoßen, seine $+E$ gebunden und bindet seinerseits wieder die $-E$ der geriebenen Harzfläche. Dadurch nun gelangt die vorher un wahrnehmbare $+E$ auf der untern Seite des Harzes in den freien Zustand und kann auf das Elektroskop einwirken.

Eine ähnliche bleibend elektrische Vertheilung, wie sie die Reibung hervorbringt, kann in Scheiben von trockenem Glase und Harze auch durch die Atmosphärenwirkung eines benachbarten elektrischen Körpers bewirkt werden, in der Art, dass die dem elektrischen Körper zugekehrte Fläche des Nichtleiters den ungleichnamigen, die abgewendete den gleichnamigen Zustand annimmt.

Durch die gleichzeitige Entwicklung beider Elektricitäten auf einem schlechten Leiter, beschränken sie wechselseitig ihre Wirkungskreise, werden aber auch andererseits dadurch auf der nicht leitenden Materie besser zurückgehalten. Wird eine Glas- oder Harzscheibe auf beiden Seiten gerieben, so wirken die hierdurch entwickelten gleichartigen Elektricitäten abstoßend gegeneinander. Die ganze auf einer Seite erregte Elektricitätsmenge kann daher jetzt leichter auf andere Körper übertragen werden und springt auf benachbarte Leiter selbst in Gestalt eines Funkens über.

Elektricitätserzeugung bei der Berührung ungleichartiger Stoffe.

Verschiedenartige Körper werden schon bei der bloßen Berührung (beim Contacte) entgegengesetzt elektrisch. Die Spannung der hierbei ausgeschiedenen Elektricitäten ist jedoch niemals so stark, um ohne Beihülfe der empfindlichsten elektrometrischen Werkzeuge wahr-

nehmbar zu seyn. Die Art der Elektricität, die ein Körper bei der Berührung mit einem andern annimmt, ist, wenn die Berührungsflächen ganz rein sind, derjenigen gleich, welche durch Reiben mit diesem andern (insofern derselbe ein geeignetes Reibzeug bilden kann) hervorgerufen werden würde. Berührt man z. B. eine reine Kupferplatte mit einer noch ungebrauchten Glas- oder Schellackscheibe, so wird das Kupfer negativ elektrisch, der andere Körper positiv. Holz oder Papier mit Schellack berührt wird positiv, die harzige Substanz negativ. Diese Zustände sind mittelst eines guten Bohnenberger'schen Elektroskops oder auch des Duplicators leicht nachweisbar. — Bei Stoffen von ganz gleichartiger Beschaffenheit bewirkt die Berührung keine Störung des elektrischen Gleichgewichtes.

Bei der Berührung werden je zwei verschiedenartige Körper, im Widerspruche mit dem, was uns die Gesetze der Reibungselektricität lehren, auch dann elektrisch, wenn beide gute Leiter sind. Die Elektricitäts-erregung ist in diesem Falle sogar am leichtesten und sichersten wahrnehmbar. Man lege eine Kupferplatte, die auf der einen Seite recht eben abgeschliffen, auf der andern mit einem 3—4 Zoll langen Stiele von Schellack versehen ist, mit ihrer platten Fläche auf eine ähnlich eingerichtete Zinkplatte, dann trenne man beide wieder, indem man sie an den isolirenden Handhaben fasst. Die erstere wird dadurch freie negative Elektricität, die zweite freie positive aufnehmen. Diese entgegengesetzten Zustände sind zwar unmittelbar nur an einem sehr empfindlichen Elektroskope wahrnehmbar. Durch Beihülfe des Condensators verstärkt, können sie aber mit jedem Elektrometer beobachtet werden. Man theile zu dem Ende die Elektricität des Kupfers der einen Condensatorplatte, die des Zinks der andern mit, bringe dann beide Körper von Neuem in Berührung, trenne sie wieder und verfähre überhaupt wie vorher. Nach 6—12 oder mehr Wiederholungen dieser Art (es hängt von der Empfindlichkeit des Elektrometers ab) wird der Condensator hinlänglich stark geladen seyn, um nach Abhebung der Deckelplatte einen deutlichen Ausschlag der Strohhalmen oder Goldblättchen bewirken zu können. Ein beliebiges Paar anderer Leiter mit ebenen und glatten Flächen auf einander gelegt, zeigen ein ganz ähnliches Verhalten wie die Kupfer- und Zinkplatte.

Diese schon bei der einfachen Berührung zweier Leiter erfolgende elektrische Ausscheidung kann durch Reiben nicht im Geringsten verstärkt werden. Wohl aber vermehrt sie sich mit der Anzahl der Berührungspunkte, d. h. mit der Größe der auf einander liegenden platten Flächen.

Während der Dauer der Berührung eines Paares ungleichartiger Stoffe befinden sich die erregten Elektricitäten im gebundenen Zustande und können deshalb erst nach der Trennung der Platten auf das Elektrometer einwirken. Dass sie aber wirklich schon im Augenblicke der Berührung erzeugt werden und nicht erst ein Product der Trennung sind, erkennt man daraus, weil abwechselnd von dem einen und andern der verbundenen Körper, ganz so, wie es die Bedingungen wechselseitiger Bindung erfordern, kleine Mengen Elektricität abgeleitet und auch mittelst eines geeigneten Verdichtungsapparates gesammelt werden können. Man nehme einen Condensator, dessen eine Platte aus Kupfer, die andere aus Zink besteht; man verbinde jene einen Augenblick mit der Kupferseite des Erregerpaares, diese mit der

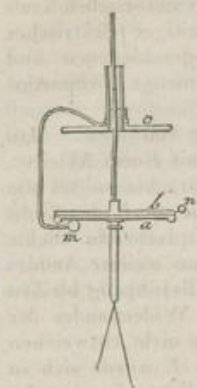
Zinkseite. Die Kupferplatte wird dadurch mit $-E$, die Zinkplatte mit $+E$ geladen. Dieser Versuch kann beliebig oft, stets mit gleichem Erfolge wiederholt werden. Die abgeleiteten Elektricitäten müssen folglich durch neue Erregung immer wieder ersetzt werden. Auch findet man, dass der Condensator eine gleich starke Ladung annimmt, beide Bestandtheile des Erregerpaars mögen sich an vielen oder auch nur an wenigen, ja selbst nur an einem einzigen Punkte berühren. Verbindet man z. B. die beiden Platten des Zinkkupfercondensators einen Augenblick mit einem Stücke umgebogenen Zink- oder Kupferdraht, so dass die Ursache der Erregung ihre Wirksamkeit nur an einer einzigen Stelle äußern kann, so wird gleichwohl nach dem Abheben der Deckelplatte derselbe Ausschlag erhalten, wie wenn beide Metalle einander eine noch so große Anzahl Berührungspunkte darbieten. Der Grund ist, weil die Stärke der Ladung von der Intensität der Erregung abhängt, die an jedem Berührungspunkte gleich ist und, wie wir vorher sahen, sich immer auf gleicher Höhe hält, nicht aber von der ganzen Menge der an den Berührungsstellen ausgeschiedenen Elektricität, welche größtentheils im gebundenen Zustande verharrt. Die Anzahl der Berührungspunkte kann also in diesem Falle (d. h. wenn die Platten nicht wieder getrennt werden) nur auf die Zeit, während der die Ladung sich bewerkstelligt, einen Einfluss äußern.

Auf die Stärke der Ladung, die der Condensator annehmen kann, ist es ferner ganz ohne Einfluss, ob Kupfer und Zink nur in einfacher oder ob sie in derjenigen innigeren Berührung stehen, die durch Zusammenlöthen erhalten wird. Es ist ganz gleichgültig, ob beide Theile des Erregerpaars isolirt sind, oder ob der eine oder andere, nur nicht beide zugleich, mit noch irgend einem andern Ableiter, ja mit der Erde selbst in leitender Verbindung stehen. Der beide Condensatorplatten verbindende Kupferdraht werde z. B. in der Mitte durchschnitten und der obere Abschnitt mit der einen Hand, der untere mit der andern Hand gefasst. Die an der Contactstelle des Zinks und Kupfers erregte $-E$ (des Kupfers) ist in diesem Falle durch nichts gehindert, in die Erde abzuzuliefern; die Kupferplatte des Condensators kann folglich, ausschließlich nur durch die bindende Kraft der an der Zinkfläche angesammelten $+E$ geladen werden. Da gleichwohl die Stärke der Ladung unverändert bleibt, wie wenn der Verbindungsdraht an einer isolirenden Handhabe gehalten würde, so muss man schließen, dass die Dichtigkeit des freien Fluidums an der Zinkseite genau in dem Maasse zugenommen hat, als die an der Kupferseite sich verminderte.

Jedes andere Paar ungleichartiger, die Elektricität leitender Stoffe bildet, so lange die Berührung dauert, ähnlich dem Zinkkupferpaare einen Elektricitätsquell von, dem Anscheine nach, unveränderlicher Stärke. Jedes solche Paar wird ein *Elektromotor* genannt.

Der gewöhnliche Condensator ist häufig nicht wirksam genug, um diese fortdauernd thätige elektrische Erregung auf eine ganz unzweideutige Art nachweisen zu können. Man muss dann seine Zuflucht zu einem zusammengesetzten Condensator nehmen. Am besten eignet sich dazu eine zuerst von Péclet angewendete Geräthschaft. Sie besteht aus drei über einander liegenden Platten *a, b, c* (Fig. 64.), von welchen die unterste und oberste aus gleichartigem Stoffe, z. B.

beide aus Kupfer oder übergoldetem Messing angefertigt seyn müssen: die mittelste kann aus anderem Stoffe z. B. aus Zink bestehen. *c* ist in der Mitte durchbrochen und ihre isolirende Handhabe hohl, dergestalt, dass wenn sie aufliegt, sie den isolirenden Stiel von *b* umschließt, und gehoben oder auch ganz entfernt werden kann, ohne die Platte *b* zu verrücken; *a* sitzt auf dem Elektrometer. *b* ist ringsum gefirnisst und an der einen Seite mit einem kleinen Knopfe *n* von demselben Stoffe, wie die Platten *a* und *c*, versehen, dessen dünner cylindrischer Stiel in eine entsprechende Vertiefung eingeht. *a* ist nur an der obern, *c* nur an der untern Fläche mit Firnis überzogen. An der Berührungsstelle der Zinkplatte *b* und des daran befestigten Knopfes *n* findet die elektrische Erregung Statt. Setzt man daher diesen Knopf mit der Oberfläche von *c* in leitende Verbindung, während *c* auf *b* aufliegt, so laden sich beide Platten; die erstere mit $-E$, die letztere mit $+E$. Hebt man hierauf *c* an ihrer isolirenden Handhabe so weit auf, dass der heruntergehende Knopf *m* mit der Platte *a* in Berührung kommt, so wird die $-E$ von *c* in diese unterste Platte gezogen, die erregte $+E$ an der untern Fläche der Zinkplatte *b* gebunden. Die obere Fläche der letztern und die wieder aufliegende Kupferplatte *c* können daher durch wiederholte Verbindung des Knopfes *n* mit der Oberfläche von *c* eine neue Ladung annehmen, und diese kann, wie früher auf die beiden untersten Condensatorflächen übertragen werden u. s. f., bis nach dem Abheben der Platte *b* ein hinlänglich starker Ausschlag der Pendel erfolgt.



Die während der ganzen Dauer der Berührung fortdauernd thätige wechselseitige Einwirkung eines Paares ungleichartiger Stoffe hindert, ähnlich wie ein unvollkommenes Leitungsvermögen, den Rücktritt beider ausgeschiedener elektrischer Flüssigkeiten zu einander. Zwischen guten Leitern ist kein anderes Hinderniss der Wiedervereinigung denkbar. Das Bestreben zur Wiedervereinigung oder die Größe der wechselseitigen Anziehung muss daher mit der elektrisch erregenden Ursache, mit der sogenannten elektromotorischen Kraft im Gleichgewicht stehen.

Sind beide Principe in solcher Menge vorhanden, um diesem Gleichgewichte zu entsprechen, so hört die Erregung auf. Wird auf der einen oder andern Seite Elektricität abgeleitet oder zugeführt, so ist das Gleichgewicht gestört. Im erstern Falle neue Ausscheidung beider Flüssigkeiten, bis der Verlust ersetzt ist. Eine elektrische Anhäufung über diese Grenze hinaus kann aber nicht stattfinden. Wird mehr Elektricität (von außen) zugeführt, so verbreitet sie sich nach bekannten Regeln über die Oberfläche beider Körper.

Angenommen, einem Elektromotor, gebildet aus einem Paar Zink-Kupferplatten, werde aus einer äußern Quelle $+E$ mitgetheilt. Dieselbe strebt, sich gleichförmig über die Flächen beider Leiter auszubreiten. Die Dichte der freien $+E$ des Zinks nimmt also zu; die freie $-E$ des Kupfers wird theilweise, oder vielleicht auch ganz neutralisirt. Ist letzteres der Fall und die Zuleitung von $+E$ währt fort, so sammelt sich auch auf dem Kupfer freie $+E$ an. Aber unter Voraussetzung unausgesetzter

Fortdauer der elektromotorischen Kraft muss zwischen der Dichtigkeit der $+E$ des Zinks und der $+E$ des Kupfers stets ein Unterschied bleiben, und dieser Unterschied muss der Stärke der elektromotorischen Kraft proportional seyn, da er nach den Regeln wechselseitiger elektrischer Bindung, der ganzen an der Berührungsstelle ausgeschiedenen und im gebundenen Zustande verharrenden Elektricitätsmenge proportional ist.

Zuführung von $+E$ ist dasselbe wie Ableitung von $-E$. Man denke sich das Kupferende des Paares in Verbindung mit einem Ableiter. Die freie $-E$ vermindert sich, die freie $+E$ nimmt zu, bis zuletzt alle freie $-E$ des Kupfers verschwunden ist und dafür die $+E$ des Zinks eine der Gröfse der elektromotorischen Thätigkeit entsprechende Dichte angenommen hat. Von dem Augenblicke an tritt keine weitere Aenderung ein, so lange auch das Kupfer mit der Erde in Berührung bleiben mag, weil die erregte $+E$ des Zinks in Folge des Widerstandes der elektromotorischen Kraft in der Richtung des Kupfers nicht entweichen kann. Ein eben so großes Uebergewicht an freier $-E$ würde sich an der Kupferseite erzeugen müssen, wenn man diese isolirte, dagegen das Zink mit einem Ableiter, z. B. mit der Collectorplatte des Condensators verbände.

Die Ungleichheit im elektrischen Zustande des Zink-Kupferpaares, welche sich bei dem Zink durch freie positive Elektricität von der Dichtigkeit $+e$, bei dem Kupfer durch freie negative Elektricität von der Dichtigkeit $-e'$ ausdrückt, nennt man den elektrischen Unterschied (die elektrische Differenz) des Erregerpaares. Diese Differenz $+e - (-e') = +e + e'$ behauptet eine beständige Gröfse, wie veränderlich auch die Werthe $+e$ und $-e'$, jeder derselben für sich genommen, seyn mögen. Der Beweis ergibt sich unmittelbar aus dem bereits erwähnten Erfahrungssatze, dass der Zink-Kupfercondensator immer eine gleiche Ladung annimmt, beide Platten mögen an vielen oder nur an wenigen Punkten, isolirt oder nicht isolirt, durch einen Kupfer- oder Zinkdraht verbunden werden.

Es sey im Allgemeinen $e + e' = 2d$. Man berühre die Kupferseite des Erregerpaares mit dem Finger; alle freie $-E$ wird dadurch abgeleitet; d. h. e' wird gleich 0, e verwandelt sich in $2d$. Dies ist also die grösste Dichtigkeit, welche das freie Fluidum auf der einen oder andern Seite erhalten kann. Durch die wechselseitige Erregung an der Berührungsstelle werden stets gleiche absolute Mengen von $+E$ und $-E$ ausgeschieden werden. Sind daher beide Körper von ganz gleichem Umfange, z. B. Kugeln von gleichen Durchmessern und gleich gut isolirt, so muss sich im Augenblicke der Berührung über die Oberfläche der Zinkkugel eben so viel freie positive, wie über die Kupferkugel negative Elektricität verbreiten, und die Dichtigkeit auf jeder Seite ist d . — Angenommen, mit der Kupferseite werde irgend ein Leiter von begrenztem Umfange in Verbindung gebracht, etwa eine Kugel, deren Oberfläche sich zu der Zinkkugel wie $n:1$ verhält. Die Dichtigkeit des freien Fluidums auf dem Kupfer sinkt dadurch von d auf x ; und in Folge neuer Erregung muss die des freien Fluidums auf dem Zinke um denselben Unterschied $d - x$ anwachsen; gleich als wäre nicht nur von dem Kupfer, sondern auch von dem Zink eine der Oberfläche beider gleich großen Körper und der Dichtigkeit $d - x$ entsprechende Elektricitätsmenge, im Ganzen also $2(d - x)$ abgeleitet worden. Hierdurch nun ist ein ande-

rer Leiter, nach Annahme von n facher Oberfläche, mit Elektricität von der Dichtigkeit x geladen worden. Es ist folglich:

$$2(d - x) = nx, \text{ woraus sich ergibt } x = \frac{2d}{n + 2}$$

Es werde z. B. eine Zinkkugel mit einer Kupferkugel von doppeltem Umfange in Berührung gebracht, so ist $n = 1$, daher $x = \frac{2}{3}d$; die Dichtigkeit der $+E$ des Zinks steigt folglich bis zu $\frac{2}{3}d$.

Die Art des elektrischen Zustandes, welchen ein Körper bei der Berührung annimmt, hängt wesentlich von der Beschaffenheit des Stoffes ab, womit er in Berührung gebracht wird; z. B. Kupfer mit Zink wird negativ elektrisch, Kupfer mit Platin positiv. Unter mehreren einfachen Stoffen, deren Verhalten in dieser Beziehung genau bekannt ist, stellt sich nachfolgende Ordnung heraus:

— E	
Sauerstoff	Eisen
Schwefel	Zinn
Kohlenstoff	Zink
Platin	Wasserstoff
Gold	Natrium
Silber	Kalium
Kupfer	+ E .
Blei	

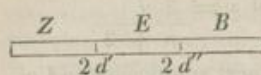
In dieser Reihe, der sogenannten elektrischen Spannungsreihe wird je der vorhergehende Körper durch Berührung mit irgend einem der nachfolgenden negativ elektrisch. Z. B. das Kupfer wird positiv elektrisch mit Silber, Gold u. s. w., negativ mit Blei, Eisen u. s. w. Nur Sauerstoff in Berührung mit anderen Körpern gelangt stets in den negativ elektrischen, Kalium stets in den positiv elektrischen Zustand.

Was die Stärke der elektrischen Erregung betrifft, so zeigt sie sich um so größer, je weiter die auf einander einwirkenden Körper in der Spannungsreihe von einander abstehen. Z. B. Platin mit Silber wird negativ elektrisch, aber stärker wird es durch Kupfer, noch stärker durch Zink erregt u. s. w.

Werden mehrere Glieder der Spannungsreihe zu einer Kette verbunden, wie Platin, Kupfer, Zink, so muss an jeder Uebergangsstelle von einem Stoffe zum andern elektrische Erregung eintreten. Die Resultante aller dieser Wirkungen ist aber stets gleich der Erregung (der elektrischen Differenz) der beiden äußersten Glieder, gerade so als befänden sich diese in unmittelbarer Berührung. Sind die äußersten Glieder gleichartig, z. B. beide Zink, so findet gar keine Wirkung Statt. Man verbinde beide Platten des Kupfer-Zink-Condensators durch einen Kupferdraht und messe die Stärke der hierdurch erhaltenen Ladung; man verwechsle sodann den Kupferdraht mit irgend einem andern Metalldrahte, etwa einem Blei- oder Eisen- oder Platindrahte, oder auch mit einem aus mehreren Metallen gebildeten Bogen. Die Größe der Ladung wird sich nicht ändern, weil die beiden äußersten Glieder unverändert Kupfer und Zink geblieben sind.

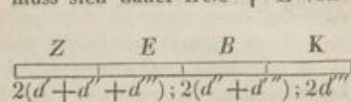
An der Berührungsstelle von Zink und Eisen entsteht eine elektrische Erregung, deren Stärke durch die Differenz $2d'$ ausgedrückt werden mag. Kommt das Eisen in leitende Verbindung mit der Erde, so

muss demnach die Dichtigkeit der freien $+ E$ des Zinks bis zu $2 d'$ anwachsen. Gesetzt, der Uebergang zur Erde werde durch einen Bleidraht



vermittelt, und die elektrische Differenz an der Berührungsstelle von Blei und Eisen sey $2 d''$, so muss freie $+ E$ von der Dichtigkeit $2 d''$ sich über die Oberfläche des Eisens und Zinks wie über einen gleichartigen Leiter von

derselben Gestalt ergießen. Durch den Widerstand $2 d'$ (die elektromotorische Kraft) zwischen Zink und Eisen kann dieser Uebergang nicht aufgehalten werden, weil die elektromotorische Kraft an dieser Stelle bereits mit dem Bestreben der ausgeschiedenen Elektricitäten des Zinks und Eisens, sich wieder zu vereinigen, im Gleichgewichte steht. Auf dem Zink muss sich daher freie $+ E$ von der Dichtigkeit $2 (d' + d'')$ ansammeln.



Steht das Blei wieder mit Kupfer und dieses erst mit der Erde in Verbindung, so bildet sich an der Berührungsstelle der beiden letzten Metalle die elektrische Differenz $2 d'''$, und

freie $+ E$ von der Dichtigkeit $2 d'''$ verbreitet sich ungehindert über Blei, Eisen und Zink. Nach hergestelltem Gleichgewichte müssen folglich diese drei Metalle mit freier positiver Elektricität behaftet seyn und zwar in solchen Abstufungen der Dichtigkeit, wie die nebenstehende Figur zeigt. Nur das Kupfer besitzt gar keine freie Elektricität. Nun findet man, dass wenn das Zinkende dieser zusammengesetzten Metallkette mit der Zinkplatte des Condensators, das Kupferende mit der Kupferplatte des Condensators verbunden wird, die Wirkung von der eines einfachen Zink- oder Kupferbogens nicht im Geringsten verschieden ist; man muss hieraus schliessen, dass die Summe der Erregungen des Zinks mit Eisen, des Eisens mit Blei, des Bleies mit Kupfer, an Gröfse gleich ist der Erregung ($2 d$) des Zinks mit Kupfer; und im Allgemeinen: dass die Stärke der Erregung zweier Glieder der Spannungsreihe gleich ist der Summe der Erregungen aller Zwischenglieder.

Wird dem Kupferende der Metallkette, die mit Zink beginnt, ein nicht isolirter Zinkstreifen angereiht, so entbindet sich negative Elektricität bis zur Dichtigkeit $2 d = 2 (d' + d'' + d''')$ an der Berührungsstelle des Kupfers und verbreitet sich von hieraus ungehindert über alle Kettenglieder. Auf dem vordersten Zink verschwindet daher alle freie Elektricität. Das Eisen erhält $- E$ von der Dichtigkeit $2 d'$; das Blei $- E$ von der Dichtigkeit $2 (d' + d'')$; das Kupfer $- E$ von der Dichtigkeit $2 d$; die Differenz der beiden äußersten Glieder ist folglich 0.

Auf ähnliche Weise erklärt es sich, warum Platin oder Kohle und überhaupt ein Körper, der in der Spannungsreihe dem Sauerstoff näher steht als Kupfer und Zink, zwischen diesen beiden Metallen eingeschaltet, ihre elektrische Differenz nicht verändern kann.

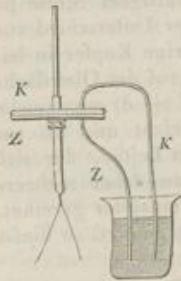
In welcher Ordnung mithin verschiedene Glieder der Spannungsreihe an einander gereiht werden mögen, ihre elektrische Differenz wird immer derjenigen der beiden Endglieder bei unmittelbarer Berührung entsprechen. An der Berührungsstelle von Sauerstoff und Kalium muss folglich die grösste elektrische Erregung entstehen, welche durch Körper, die eine Stellung in der Spannungsreihe behaupten, überhaupt erzielt werden kann.

Die Spannungsreihe gilt zwar vorzugsweise für die chemisch einfa-

chen Stoffe, indessen kennt man auch mehrere zusammengesetzte Körper, die eine feste Stellung in derselben einnehmen, insbesondere unter den Oxyden und Schwefelmetallen. Z. B. Zinnoxid, Eisenoxid, Braunstein, Schwefelkies, Schwefelblei u. a. m. sind in diesem Falle. Man findet, dass die Metalle durch Aufnahme von Sauerstoff oder Schwefel hinsichtlich ihres elektrischen Verhaltens dem negativen oder Sauerstoffende der Spannungsreihe näher rücken. Z. B. Braunstein nimmt seine Stellung über dem Platin, während die metallische Grundlage dieser Verbindung in die Nähe des Zinks gesetzt werden muss.

Die Mehrzahl der zusammengesetzten Körper, zumal im flüssigen Zustande, wenn schon sie bei der Berührung mit Metallen elektrisch erregt werden, lassen sich nicht in die Spannungsreihe einführen. Man

Fig. 65.



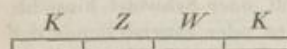
tauche einen Kupferstreifen Fig. 65 neben einem Zinkstreifen in gewöhnliches Wasser, doch so dass sie sich nicht berühren können. Das obere Ende des erstern werde sodann mit der Kupferplatte, das obere Ende des andern mit der Zinkplatte des Condensators verbunden. Wenn nun das Wasser eine feste Stellung in der Spannungsreihe annähme, so müsste eine Ladung erfolgen, wie bei der unmittelbaren Verbindung beider Condensatorplatten durch einen Kupferdraht. Es tritt aber gerade der entgegengesetzte Fall ein; die Zinkplatte wird negativ, die Kupferplatte positiv geladen. Da beide Metalle bei diesem Versuche in keiner unmittelbaren Be-

rührung standen, so folgt, dass die erhaltene Ladung das zusammengesetzte Resultat ist der elektrischen Einwirkung des Kupfers und Zinks auf das Wasser. Wässrige Auflösungen, Salzlösungen, Säuren verhalten sich qualitativ ganz ähnlich. Auch der menschliche Körper, wenn er die Verbindung beider Condensatorplatten vermittelt, Holz, wenn es Feuchtigkeit genug enthält, um die Elektricität zu leiten, lufttrockenes Papier und viele andere Körper sind in diesem Falle.

Um die unmittelbare elektrische Einwirkung eines Metalls auf eine Flüssigkeit zu prüfen, bedient man sich eines Condensators, dessen Collectorplatte aus dem betreffenden Metalle verfertigt und auf einem sehr empfindlichen Elektroskope, z. B. dem Bohnenberger'schen befestigt ist; als Deckelplatte dient eine möglichst dünne, geschliffene und unten gefirniste Glasscheibe, auf deren obere reine Fläche die Flüssigkeit entweder unmittelbar ausgebreitet wird, oder die man mit durch die Flüssigkeit benetztem Löschpapier bedeckt. Die Verbindung wird dann wie gewöhnlich durch einen Metalldraht hergestellt. So hat man gefunden, dass das Zink bei der Berührung mit Wasser und wässrigen Lösungen stets $-E$ aufnimmt. Kupfer wird durch Wasser und manche Salzlösungen ebenfalls negativ elektrisch, aber viel weniger stark als das Zink. Bei der Berührung mit Salpetersäure, welche das Zink negativ elektrisch macht, wird das Kupfer positiv. Das Platin erregt, wie es scheint, alle Salzlösungen und Säuren negativ elektrisch, während es selbst positiv wird.

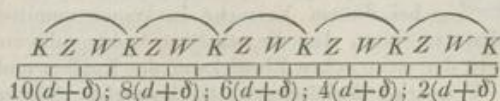
Das eigenthümliche elektrische Verhalten der Metalle bei der Berührung mit zusammengesetzten flüssigen Leitern macht es möglich, dem Condensator, selbst dann wenn die Platten desselben gleichartig sind, durch Vermittelung eines aus mehreren Leitern zusammengesetzten Schließungsbogens eine elektrische Ladung zu ertheilen. Bewerkstelligt man z. B.

die Verbindung beider Kupfer-Condensatorplatten durch eine Kette aus Kupfer, Wasser, Zink, so wird eine stärkere Ladung erhalten, als Kupfer und Zink allein überhaupt hervorbringen können. Der Grund ist, weil



die von der Einwirkung des Wassers abstammende $-E$ des Zinks sich ungehindert über das mit dem Zink verbundene Kupfer verbreiten kann, während die $+E$ des Wassers eben so ungehindert auf das damit in Berührung stehende Kupfer überströmt. Nur ein Theil dieser Wirkung wird durch die in entgegengesetztem Sinne eintretende des Wassers auf Kupfer wieder zernichtet. Gesetzt, die Stärke der gleichzeitigen Erregung beider Metalle durch das Wasser entspreche der Differenz 2δ , die des Zinks mit Kupfer der Differenz $2d$, so muss sich an beiden Enden der Kette, wenn schon sie aus gleichartigem Stoffe (in unserem Beispiele aus Kupfer) bestehen, ein elektrischer Unterschied von der Gröfse $2(d + \delta)$ ausbilden. Wäre z. B. das eine Kupfer in leitende Verbindung mit der Erde gesetzt, so würde sich auf der Oberfläche des andern freie Elektricität von der Dichtigkeit $2(d + \delta)$ ansammeln.

Diese freie Elektricität verbreitet sich eben so leicht und bis zur Grenze derselben Dichtigkeit über jeden andern guten Leiter, der sich dem einen oder andern Kupferende anschliesst. Werden daher mehrere ähnliche elektrische Systeme in gleicher Ordnung an einander gereihet, und das eine Ende mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt, so fließt



die freie Elektricität des ersten Systems auf das zweite und alle folgenden über, die freie Elektricität des zweiten Systems auf das dritte und alle folgenden u. s. f. Nach eingetretenem Gleichgewichtszustande muss sich folglich am äußersten isolirten Ende der Kette freie Elektricität in einem Grade der Verdichtung angehäuft haben, welcher zur Anzahl verbundener Systeme in geradem Verhältnisse steht. Der Grad elektrischer Verdichtung, welcher mittelst einer auf diese Weise zusammengesetzten elektrischen Kette erhalten werden kann, ist, wie man leicht sieht, ohne Grenzen und hängt nur von der Anzahl mit einander verbundener Glieder ab.

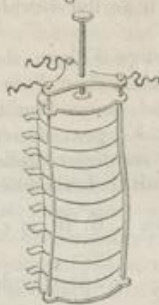
Die zusammengesetzte elektrische Kette wurde zuerst in Form einer Säule aufgebaut, indem man eine Anzahl Zink-Kupferplatten, je das eine Paar von dem andern durch eine mit Flüssigkeit (Wasser, Salzlösung, verdünnte Säure) getränkte Papp- oder Filzscheibe getrennt, auf einander folgen liefs. Zink und Kupfer waren der Bequemlichkeit wegen gewöhnlich zusammengelöthet. Man hat seitdem noch mannichfaltige andere Formen der Zusammenstellung für bequem oder nützlich gehalten. Der Name elektrische Säule ist indessen, ohne Rücksicht auf die Form, für jede Art zusammengesetzter elektrischer Ketten geblieben.

Die beiden Endpunkte einer Säule nennt man ihre Pole, und zwar das Ende, an welchem positive Elektricität abgeleitet werden kann, den positiven Pol (auch wohl Zinkpol, weil nach dieser Seite hin gewöhnlich eine Zinkplatte den Schluss der Säule bildet), das andere Ende,

welches das negative Fluidum liefert, den negativen Pol oder Kupferpol.

Die elektrische Säule ist ein Behälter für beide Elektricitäten. Sie liefert die eine wie die andere in mannichfaltigen Abstufungen der Dichtigkeit und, so lange ihre Wirksamkeit anhält, in außerordentlich großer Menge. Als Mittel, das Verhalten der Säule im Gleichgewichtszustande zu studiren, eignet sich vorzugsweise die sogenannte trockene Säule. Dieselbe kann auf folgende Weise verfertigt werden: Blätter von unächtem Gold- und Silberpapier werden mit der Papiersseite zusammengeheftet und aus den so erhaltenen Tafeln, die also auf der einen Seite mit einem dünnen Ueberzuge von Zinn, auf der andern mit einem dünnen Ueberzuge von Kupfer versehen sind, Scheiben von beliebigem, z. B. von zwei Zoll Durchmesser, ausgeschnitten. Eine große Anzahl, 1000—2000 solcher Scheiben, im lufttrockenen Zustande, je die Zinnseite der einen auf die Kupferseite der andern aufeinander geschichtet und zwischen zwei etwas größeren Metallplatten mittelst Seidenschnüren zusammengehalten, bilden eine trockene Säule. Die Wirksamkeit dieser Geräthschaft gewinnt nichts durch starkes Zusammenpressen der Scheiben. Wesentlich ist es aber, dass Metallfolie und Papier, so wie die zusammengehefteten Papiersseiten sich überall auf das Innigste berühren. Es ist leicht einzusehen, dass bei dieser Säule das Papier die Stelle der feuchten Schicht ersetzen soll; da jedoch Papier weit schlechter leitet, als Wasser und wässrige Lösungen, so wird die von einer trockenen Säule abgeleitete Elektricität vergleichungsweise nur langsam wiederersetzt. Man stelle eine trockene Säule, an welcher je von der hundertsten Doppelscheibe

Fig. 66.



eine Zunge desselben Metallpapieres hervorsteht, auf ein Elektrometer. Angenommen der positive Pol sey nach unten gekehrt und man berühre die zweitunterste Zunge mit dem Finger. Die hundert ersten Scheiben bilden dadurch gleichsam eine kleine Säule für sich, deren unteres (positives) Ende mit dem Elektrometer, deren oberes Ende mit der Erde in Verbindung steht. Jenes empfängt folglich Elektricität aus einer Quelle, worin dieselbe bis zum hundertfachen Betrage der erregenden Kraft jedes einzelnen aus Kupfer, Zinn, Papier, Kupfer gebildeten Elektrometers verdichtet ist. Man merke die Größe des Ausschlags der Goldblättchen und berühre dann die dritte Zunge (die also die Grenze einer Säule von zweihundert Scheiben bezeichnet), hierauf die vierte,

die fünfte u. s. w. Die hierdurch erfolgenden Ablenkungen der Elektrometerpendel werden der doppelten, dreifachen, vierfachen elektrischen Dichtigkeit u. s. w. entsprechen.

Die Dichtigkeitszunahmen der Elektricität stehen demnach, ganz so wie es sich theoretisch voraussehen liefs, im geraden Verhältnisse zu der Anzahl gleichartiger Elemente, woraus die Säule zusammengesetzt ist.

Wird der negative Pol ableitend berührt, so zeigt sich an dem positiven Pole die größte elektrische Anhäufung, welche durch die Kraft der Säule bewirkt werden kann. Elektricität von derselben Dichtigkeit theilt sich jedem Leiter mit, der mit diesem Pole in Verbindung gesetzt wird, vorausgesetzt nur, dass der Umfang desselben nicht von unbegrenzter Größe ist. An allen übrigen Punkten der Säule findet sich ebenfalls nur $+E$, deren Dichtigkeit nach dem negativen Pole hin

stufenweise abnimmt. Dreht man die Säule herum, so dass nunmehr der negative Pol auf der Elektrometerplatte ruht, und berührt man den positiven Pol, so erfolgt ein eben so starker Ausschlag als vorher, aber jetzt durch angehäuften — E , deren Dichtigkeit ganz so wie vorher ihr Gegensatz, in arithmetischer Folge nach dem andern Ende hin sich vermindert. Hieraus geht hervor, dass durch die Berührung eines Pols, nicht bloß von diesem, sondern von jedem einzelnen Elemente, eine der ganzen elektrischen Differenz der Säule entsprechende Menge von freier Elektricität fortgeführt worden ist. Diese Differenz, oder die ihr entsprechende Dichtigkeit des elektrischen Fluidums sey $2D$.

Man berühre die Mitte der Säule. An dieser Stelle sinkt dadurch die Dichte von D auf 0 herab. Zugleich findet man, dass das freie Fluidum des einen Pols um die Hälfte, nämlich von der Dichtigkeit $2D$ bis zu D vermindert worden ist, während an dem andern Pole (an welchem sich vorher keine freie Elektricität vorfand) das ungleichnamige Fluidum ebenfalls mit der Dichtigkeit D zum Vorschein kommt. Jedem Elemente der Säule ist folglich durch die ableitende Berührung des mittelsten Elementes freie Elektricität von der Dichtigkeit D entzogen worden. Auf gleiche Weise lehrt der Versuch, dass durch die Berührung irgend eines andern Punktes der Säule nicht nur dem betreffenden, sondern zugleich jedem andern Elemente freie Elektricität von der an der Berührungsstelle herrschenden Dichte entführt wird, dagegen die ganze elektrische Differenz $2D$ stets unverändert bleibt.

Isolirt man die Säule und setzt dann einen isolirten Leiter von begrenztem Umfange mit irgend einem Elemente derselben in Verbindung, so geht eine Menge von Elektricität darauf über, wie wenn dieses Fluidum über den ganzen Umfang der Säule mit einer, derjenigen an der Berührungsstelle gleichen Dichtigkeit verbreitet wäre.

Alle diese Eigenschaften der Säule sind nothwendige Folgen des schon früher betrachteten Verhaltens eines einzelnen elektrischen Paares. Es sey u die Dichtigkeit der freien Elektricität an irgend einem Punkte der Säule; u' die in Folge der Berührung mit einem Körper, dessen elektrische Capacität R seyn mag, veränderte Dichtigkeit an dieser Stelle, so ist, wenn die elektrische Capacität der Säule selbst mit r bezeichnet

wird: $(u - u')r = u'R$. Daher $u' = \frac{ur}{R + r}$. Wäre z. B. $R = r$,

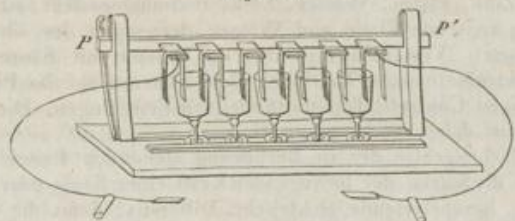
so entweicht von jedem Elemente eine der Dichtigkeit $\frac{u}{2}$ entsprechende Elektricitätsmenge.

Obschon der Grad elektrischer Verdichtung der durch Zusammensetzung einer genügenden Anzahl Erregerpaare erzielt werden kann, theoretisch betrachtet ohne Grenzen ist, so würde doch, um mittelst einer Säule Elektricität von der Dichte zu gewinnen, wie man sie z. B. auf dem Conductor der Maschine erhält, eine außerordentlich große Anzahl Paare erforderlich seyn. Bei den trockenen Säulen, da sie keinen großen Raum einnehmen und ihre Wirksamkeit lange Zeit (unter günstigen Umständen viele Jahre hindurch) anhält, lässt sich die Aufeinander-schichtung sehr vieler Paare am leichtesten bewerkstelligen. Man hat an mehreren Orten solche Säulen aus 8 — 10tausend Paaren zusammengesetzt, deren Wirksamkeit kräftig genug war, um, wenn der eine Pol mit der Hand gefasst wurde, aus dem andern kleine Funken in Menge

anziehen zu können. Mit Hülfe eines elektrischen Verstärkungsapparates (Franklin'sche Tafel, Condensator) kann man indessen auch die Elektricität kleinerer Säulen bis zum Ueberspringen eines lebhaften Funkens verdichten; und da die von der Säule abgeleitete Elektricität sich mit Schnelligkeit immer wieder ersetzt, so lassen sich solche Versuche oft hinter einander wiederholen.

Elektrische Ketten, aus Metallen und Flüssigkeiten zusammengesetzt, können ohne große Umstände nicht sehr viele Glieder enthalten. Die freie Elektricität an ihren Polen äußert aus diesem Grunde in der Regel (unmittelbar) selbst auf die empfindlichsten Goldblattelektrometer keine sichtbare Wirkung. Um das statische Verhalten einer nassen Säule zu prüfen, lässt sich daher der Condensator nicht entbehren. Fig. 67 zeigt eine kleine zusammengesetzte Kette, die so eingerichtet ist, dass mittelst Leitungsdrähten jedes Glied derselben für sich, oder

Fig. 67.



auch mehrere oder alle Glieder zusammen mit dem Condensator verbunden werden können. Sämmtliche zusammengelöthete Zink- und Kupferstreifen hängen auf hervorstehenden, gefirnissten Zungen einer Latte PP' , die zwischen Einschnitten der Pfeiler P und P' auf und nieder beweglich ist. Die Metalle können auf diese Weise gleichzeitig in die Flüssigkeiten eingetaucht und gleichzeitig wieder herausgenommen werden; eine Anordnung, welche deshalb nothwendig ist, weil nasse Säulen nur kurze Zeit in voller Wirksamkeit bleiben. Je ein Kupferstreifen mit dem Zinkstreifen des folgenden Paares tauchen in die Flüssigkeit desselben Becherglases, wodurch die Ordnung: Zink, Kupfer, Flüssigkeit, Zink u. s. f. hergestellt wird. Die Elektricität an den Polen dieser Säule, die mit Bequemlichkeit aus nicht mehr als 20—30 Gliedern bestehen kann, ist so schwach, dass das Holz im lufttrockenen Zustande als vollkommener Nichtleiter dafür angesehen werden kann.

Wird der Condensator nach einander durch ein, zwei, drei und mehr Paare geladen, so findet man, was sich bei der trockenen Säule schon durch die unmittelbare Einwirkung auf das Elektrometer gezeigt hat, dass die Ladungen der Anzahl der Paare proportional sind, und dass also die elektrische Differenz von einem Paare zum andern sich stufenweise vergrößert. Es ist bei diesen Versuchen ganz gleichgültig, ob die Leitungsdrähte beide oder ob nur einer derselben isolirt zu dem Condensator geführt wird. Man sieht hieraus, dass die elektrische Differenz der ganzen Kette, gleich wie die eines einzigen Gliedes derselben, eine beständige Größe ist.

Wird irgend ein Glied der Kette in verkehrter Ordnung eingeschaltet, d. h. in der Reihe: Kupfer, Zink, Flüssigkeit, Zink, Kupfer; so ist die elektromotorische Kraft desselben derjenigen des übrigen Theils

der Kette entgegengesetzt, und hebt folglich einen Theil davon auf. Z. B. eine Säule von 20 Paaren, worunter das eine verkehrt eingesetzt ist, besitzt die elektrische Differenz von nur 18 Paaren.

Die elektrische Kraft der Säule ändert sich begreiflicher Weise auch mit der Natur der Stoffe, woraus sie gebildet ist. Vertauscht man z. B. das Kupfer mit Platin oder besser noch mit Kohle, so vergrößert sich unter sonst gleichen Verhältnissen die elektrische Differenz, weil diese Körper in der Spannungsreihe weiter als das Kupfer von dem Zink entfernt liegen.

Die Beschaffenheit der Flüssigkeit ist nicht weniger von Bedeutung, weil verschiedene Flüssigkeiten auf die eingetauchten Metalle eine sehr ungleiche elektrische Einwirkung äußern. Z. B. das Platin wird vom Wasser in geringem Grade negativ, von verdünnter Schwefelsäure aber, und mehr noch von Salpetersäure positiv erregt. Das Zink wird negativ bei der Berührung mit Wasser und Säure. In einer Kette nach der Ordnung: Zink, Platin, Wasser, Zink, zusammengestellt, ist folglich die Einwirkung zwischen Platin und Wasser derjenigen der übrigen Stoffe entgegengesetzt. Vertauscht man aber das Wasser mit Säure, so addirt sich die elektromotorische Thätigkeit der letzteren auf das Platin zu den an den übrigen Contactstellen stattfindenden Erregungen. Die elektrische Differenz muss daher wachsen.

Die Flächengröße der in Berührung stehenden Leiter hat keinen Einfluss auf die Stärke der bewegenden Kraft einer Säule oder auf die an ihren Polen hervortretende elektrische Differenz; denn die Stärke der Erregung an jeder Contactstelle hängt nicht von der Anzahl Berührungspunkte, sondern lediglich von der chemischen Natur der in Berührung stehenden Stoffe ab. Mit der Zahl der Berührungspunkte vermehren sich aber die Uebergangsstellen für das erregte elektrische Fluidum; wenn unvollkommene Leiter, wie Flüssigkeiten, Bestandtheile einer Kette bilden, äußert daher die Flächengröße einen wesentlichen Einfluss auf die Schnelligkeit, womit die entladene Säule ihre frühere Ladung wieder annimmt. Man begreift demnach; dass, um recht große Mengen von Elektricität mittelst einer elektrischen Kette in Bewegung setzen zu können, es nothwendig wird, Metallflächen (z. B. Zink und Kupferstreifen) von bedeutendem Umfange, einander gegenüber in die Flüssigkeit einzutauchen, ungeachtet die Wirkung auf das Elektrometer nicht im Geringsten dadurch verstärkt werden kann. Mannichfaltig veränderte Formen, die man im Laufe der Zeit der elektrischen Säule gegeben hat, sollten hauptsächlich bezwecken, für die entwickelten Elektricitäten aus dem Raume der Säule selbst einen möglichst erleichterten Abfluss zu gewinnen.

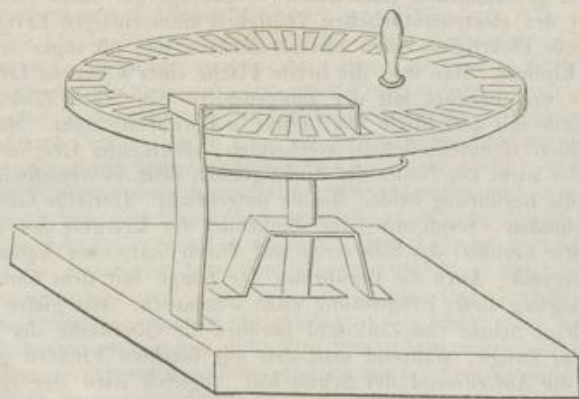
Die elektrische Spannung an den Endpunkten selbst der größten nassen Säulen, die man bis jetzt erbaut hat, ist so gering, dass die dünnste messbare Luftschicht den Uebergang beider Elektricitäten zu einander vollkommen unterbricht. Im Augenblicke der Verbindung oder Trennung beider Pole zeigt sich gleichwohl die Erscheinung eines Funkens. Um diesen Schließungs- oder Trennungsfunken bei einer kleinen und nur aus wenigen Paaren bestehenden Säule sichtbar zu machen, ist es nöthig, den Uebergang der Elektricität von einem Ende zum andern durch gut leitende Spitzen zu vermitteln. Man pflegt an der Kupferplatte des einen Pols eine Vertiefung anzubringen, groß genug, um einen dicken Tropfen Quecksilber aufnehmen zu können. In diesen wird dann ein dünner, am andern Pole angelötheter Kupfer- oder Platindraht ein-

getaucht und wieder herausgezogen. Jede solche Schließung oder Trennung der Säule bewirkt einen Funken.

Viele und große Paare erzeugen, oftmals hinter einander, Funken von so lebhaftem Glanze, dass sie mitten in der Flamme einer Kerze sichtbar bleiben. Uebrigens hat man gefunden, dass wenige recht große Paare das Auftreten starker Funken weit mehr begünstigen, als eine größere Anzahl von kleinem Umfange. Aus dem Allen lässt sich die Folgerung ziehen, dass der Schließungs- und Trennungsfunken weniger eine stark gespannte Elektricität als vielmehr recht große Elektricitätsmengen erfordert.

Wenn man beide Pole gleichzeitig mit den (durch Salzwasser befeuchteten) Fingern berührt, empfindet man im ersten Augenblicke einen eigenthümlichen Nervenreiz, der, unter dem Einflusse einer sehr starken Säule bewirkt, der Empfindung eines schwachen elektrischen Schläges ganz ähnlich ist. Dieser Reiz ist nur momentan, selbst wenn die Berührung fort dauert. Aber jede Wiederholung des Versuchs, so oft und so schnell hinter einander es geschehen mag, erneuert die Empfindung; und diese Eindrücke in schneller Folge auf einander lassen sich bis in's Unerträgliche steigern. Dabei bemerkt man in den Theilen des Körpers, die als Verbindungsglied beider Pole der Kette dienen, eine zitternde Bewegung und ein fort dauerndes Zusammenziehen und Wiederausdehnen der Muskeln. Zur Anstellung dieser Versuche eignet sich vorzugsweise das von N e e f f ersonnene Blitzrad. (Pogg. Ann. 36, S. 352.) Eine horizontale Kupferscheibe (Fig. 68) $1\frac{1}{2}$ Linie dick, $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, dreht sich um eine

Fig. 68.



verticale Axe, die, ebenfalls von Kupfer, mit der Scheibe aus einem Stücke besteht. Ein Messingbügel, der auf einem Brette befestigt ist, hält sie in ihrer Richtung. In der Mitte hat dieses Brett eine Vertiefung, mit Kupfer ausgefüllt, worin die conisch zugespitzte Axe sich dreht, und in welche etwas Quecksilber gegossen wird, um mittelst des eingesenkten Leitungsdrahtes eine innige metallische Verbindung des einen Pols einer Säule mit der horizontalen Scheibe zu bewerkstelligen. Am Rande der Scheibe sind 36 Oeffnungen angebracht, von $3-4\frac{1}{2}$ Lin. Breite und in der Richtung der Radien 10 Lin. Länge; sie sind sämmtlich mit har-

tem glatten Holze ausgefüllt und lassen zwischen sich nur schmale metallische Uebergänge. Seitwärts befindet sich ein 7 Linien breiter, $\frac{1}{2}$ Linie dicker Kupferstreifen, dessen eines Ende auf einem Fusse von erforderlicher Haltbarkeit befestigt ist, während das andere umgebogene Ende auf dem Rande der Scheibe, so wie die Figur zeigt, ruht. Mit diesem Streifen wird der andere Pol der Säule verbunden. — Man sieht, dass in Folge dieser Anordnung bei jeder Umdrehung der Scheibe die elektrische Kette 36mal geschlossen und wieder geöffnet wird. Da nun in jeder Secunde leicht mehrere Umdrehungen stattfinden können, so kann man es leicht dahin bringen, diese Abwechselungen äußerst schnell auf einander folgen zu lassen. Jede Schließung oder Trennung bewirkt den Uebergang eines Funkens, daher bei Anwendung starker Säulen und bei schneller Umdrehung ein ununterbrochener Strom glänzenden Lichtes von den Entladungstreifen zu der Scheibe überzutreten scheint.

Um mit diesem Apparat den elektrischen Nervenreiz zu verstärken, fülle man zwei Becher von Metall mit schwach gesäuertem oder Salzwasser und verbinde den einen mittelst eines Leitungsdrahtes mit dem Blitzrade, den andern mit dem Pole einer kräftigen elektrischen Säule, deren anderes Ende mit dem andern Ausgangspunkte des Blitzrades in Verbindung steht. Man taucht dann die Finger zugleich in beide Becher, während die Scheibe gedreht wird. Man hat es ganz in seiner Gewalt, durch Vergrößerung und Vermehrung der elektrischen Paare, so wie, bis zu einer gewissen, sehr bald erreichten Grenze hin, durch Beschleunigung der Umdrehung, den Effect beliebig zu verstärken.

Auf die empfindlicheren Theile des Organismus äußert schon die mittelst der gewöhnlichen elektrischen Werkzeuge gar nicht wahrnehmbare, von der elektromotorischen Thätigkeit eines einzigen Erregerpaars abstammende Elektricität einen unverkennbaren und oft sogar sehr auffallenden Einfluss. Man lege die breite Fläche eines silbernen Löffels auf die Zunge und berühre mit der Zungenspitze ein Stück Zink, dessen anderes Ende mit dem Stiele des Löffels in Berührung steht. Man wird sogleich einen eigenthümlichen, stechenden, säuerlichen Geschmack empfinden, der nicht zur Natur des Zinks gehört, denn er verschwindet, so wie man die Berührung beider Metalle unterbricht. Derselbe Geschmack wird empfunden, wenn man das Zinkende des Erregerpaars mit der Zungenspitze berührt, das Silberende mit durch Salzwasser befeuchteten Fingern ergreift. Auch die Berührung der Zunge mit dem Zink ist zur Hervorbringung dieser Erscheinung nicht wesentlich. Man gieße Wasser in eine kleine Schale von Zink und berühre die Oberfläche der Flüssigkeit mit der Zunge, während man den mit feuchten Fingern gefassten Löffel an die Außenwand der Schale hält; sogleich wird der säuerliche brennende Geschmack entstehen.

Man halte ein Stück reines Zink zwischen die Augenlider. So oft man dasselbe mit einem Stücke Silber, das mit feuchten Fingern gehalten wird, berührt, oder die Verbindung wieder trennt, bemerkt man vor den festgeschlossenen Augen einen Lichtblitz.

Man lege auf die Mitte einer ziemlich großen Zinkscheibe einen Thaler und auf diesen einen Blutegel. So wie dieser, im Begriffe herunterzukriechen, mit dem Zink in Berührung kommt und dadurch die Kette schließt, wird er convulsivisch zurückprallen. Aehnliche Muskelcontractionen hat man bei vielen Thieren hervorgebracht; bei einzelnen Gliedmaßen sogar noch eine kurze Zeit nach dem Tode. Kaltblütige Thiere,

insbesondere Frösche, behalten ihre elektrische Erregbarkeit noch Stunden lang nach dem Tode. Froschschenkel, bei welchen die Nerven bloßgelegt sind, zeigen gegen jede elektrische Einwirkung einen so hohen Grad der Empfindlichkeit, dass man sie früher als das geeignetste Hülfsmittel zur Wahrnehmung elektromotorischer Thätigkeit benutzt hat.

Der elektrische Nervenreiz gab die erste Veranlassung zur Entdeckung der Berührungselektricität. Diese Entdeckung ist im Jahre 1790 von Aloysius Galvani, Professor der Anatomie zu Bologna, ganz zufällig gemacht worden. Er bemerkte, dass präparirte Froschschenkel, die mittelst kupferner Haken an einem eisernen Gitter aufgehängt waren, in Zuckungen geriethen, sobald sie mit dem Eisen in Berührung kamen; und da er schon früher die Beobachtung gemacht hatte, dass ähnliche Zuckungen oder Muskelzusammenziehungen durch die Maschinenelektricität beim Durchgange durch die Nerven eines eben erst getödteten Frosches bewirkt wurden, so fiel er sogleich auf die Idee, dass auch bei der neuen Erscheinung, die sich ihm darbot, die gleiche Wirkung durch die gleiche Ursache hervorgerufen sey. Nach seiner Vorstellung bildete aber der thierische Organismus selbst die Quelle dieser Elektricität; er dachte sich Nerven und Muskeln, ähnlich den Belegungen einer Leydener Flasche, mit entgegengesetzten Elektricitäten beladen, deren Uebergang zu einander durch den metallischen Leiter vermittelt werde. Galvani's Entdeckung verbreitete sich sehr schnell, und die von ihm hypothetisch angenommene thierische Elektricität wurde Galvanismus, auch Galvanische Elektricität genannt. Galvani's Hypothese wurde indessen von Alexander Volta in Pavia, im Jahre 1797 auf das Bestimmteste widerlegt, indem er bewies, dass zur Hervorbringung galvanischer Erscheinungen eine Combination von wenigstens drei verschiedenartigen zu einer in sich selbst zurückkehrenden Kette verbundenen Leitern erforderlich sey. Zwei davon, oder auch nur einer dürfen Metalle seyn; das thierische Glied, z. B. ein präparirter Froschschenkel, bildet den dritten. Volta zeigte dann mittelst des Strohhalm-Elektrometers und des von ihm erfundenen Condensators, dass die Berührungsstellen verschiedenartiger Leiter die eigentliche Quelle dieser Elektricität sind, welche Galvani irriger Weise in dem thierischen Organismus suchte und in welcher er, so wie nach ihm viele seiner Anhänger, das eigentliche Princip der Lebens-thätigkeit entdeckt zu haben hofften. Zwei Körper, an deren Contactstelle der elektrische Zersetzungsprocess vorgeht, nannte Volta einen Elektromotor; er wies zuerst nach, dass irgend zwei verschiedenartige Leiter, in Berührung gebracht, die Stelle eines Elektromotors übernehmen, so wie dass diese ihre wechselseitige Einwirkung erst mit der Trennung wieder aufhört. Er bemerkte, dass die Körper hinsichtlich ihrer Erregungsfähigkeit sich gleichwohl auf zwei wesentlich verschiedene Weisen verhalten, und theilte demnach die Leiter der Elektricität in zwei Klassen. Als Leiter der ersten Klasse bezeichnete er die Metalle, Kohle, Graphit, Braunstein, kurz die in der Spannungsreihe enthaltenen Körper. Zur zweiten Klasse gehören alle übrigen, namentlich die flüssigen Leiter. Volta erklärte, warum die Leiter der ersten Ordnung, zu einem Ringe, nämlich zu einer in sich selbst zurückkehrenden Kette verbunden, ihre Wirkungen wechselseitig zernichten, und bewies, dass die Möglichkeit, einen Kreislauf, d. h. einen wechselseitigen Uebergang der erregten Elektricitäten zu einander in der geschlossenen Kette hervorbringen, wesentlich an die Eigenschaft der flüssigen Leiter geknüpft ist,

keine Stellung in der Spannungsreihe einzunehmen. Die richtige Einsicht in dieses Verhalten führte Volta bald auf den Gedanken, durch Zusammenstellung mehrerer Paare eine verstärkte Elektrizität zu gewinnen; und so entstand der zusammengesetzte elektromotorische Apparat, welcher nach dem Namen seines Erfinders Volta'sche Säule oder Batterie genannt wurde. Er selbst schon hielt sich übrigens nicht ausschließlich an die Form der Säule, sondern gebrauchte auch die Fig. 67 dargestellte Abänderung seines Apparates, den sogenannten Becherapparat. Trockene Säulen wurden einige Jahre später, wie es scheint, zuerst von Ritter erbaut. Deluc und noch später (1816) Zamboni haben von Neuem die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, indem sie dieselben zur Hin- und Herbewegung eines Pendels zwischen beiden Polen benutzten. Die trockene Säule wird daher sehr häufig nach dem einen oder andern, insbesondere nach dem letzteren dieser Physiker benannt.

Ungeachtet die Hypothese der galvanischen Nerven-Elektrizität, Volta's scharfsinnigen experimentellen Forschungen gegenüber ihren Boden verlor, so ist doch der Name Galvanismus (siehe diesen Artikel) bis auf die neueste Zeit beibehalten worden. Gegenwärtig bezeichnet man aber damit hauptsächlich: die bewegte Elektrizität oder den Kreislauf in der elektrischen, auch sogenannten galvanischen Kette. Daher die Ausdrücke: galvanische Wirkungen, galvanische Erscheinungen, für Wirkungen und Erscheinungen in der geschlossenen elektrischen Kette.

Weniger üblich, aber doch hier und da angewendet ist der Name Volta'sche Elektrizität statt Berührungselektrizität, oder der durch die Säule verstärkten Berührungselektrizität.

Was den weiteren Verlauf des wissenschaftlichen Kampfes über den Ursprung des Galvanismus betrifft, so vergleiche man die Artikel: chemisch-elektrische Theorie und Contact-Theorie. B.

Elektrizität durch Berührung s. Elektrizität S. 834.

Elektrizität durch Reibung s. Elektrizität S. 832.

Elektrizität, Galvanische, s. Galvanismus.

Elektrizität, Volta'sche, gleichbedeutend mit Elektrizität durch Berührung.

Elektrische Batterie s. elektrische Flasche.

Elektrisches Licht. Die Entstehung des elektrischen Lichtes ist immer die Folge eines durch den Widerstand schlechter Leiter erschwerten Uebertritts beider Elektrizitäten zu einander. Dasselbe zeigt sich am charakteristischsten, wenn die Entladung der sich anhäufenden Elektrizitäten so lange ganz oder doch beinahe ganz aufgehalten ist, bis sie eine zur Ueberwindung des Hindernisses hinlänglich grofse Spannung erreicht haben. Die plötzlich eintretende Entladung ist dann immer von einer augenblicklichen mehr oder weniger lebhaften Lichterscheinung, dem elektrischen Funken, begleitet. Der Funke wird unter diesen Umständen, beim plötzlichen Durchgange der Elektrizität durch Wasser, Oel, Alkohol, insbesondere aber bei der Entladung durch gasförmige und dampfförmige Körper erhalten.

Das eigentliche Wesen des elektrischen Funkens ist bis jetzt nicht

genügend aufgeklärt; als ausgemacht lässt sich jedoch annehmen, dass das Leuchten desselben die Folge eines Erglühens materieller Theile ist, denn der Funkenübergang ist stets von einer nachweisbaren und oft sehr beträchtlichen Wärmeentbindung begleitet. Man erkennt dies unter anderen daraus, dass brennbare Gasgemenge von den durchschlagenden Funken wenigstens bis zu ihrer Entzündungstemperatur erhitzt werden können. Das Leuchten des elektrischen Funkens hat insofern einige Analogie mit dem durch die elektrische Entladung bewirkten Erglühlen von Kohlenspitzen und dünnen Metalldrähten, deren Masse bei an und für sich guter Leitfähigkeit zu gering ist, um sehr große Elektrizitätsmengen ohne Aufenthalt durchlassen zu können.

Mehrere Physiker sind der Meinung, dass bei dem Ueberspringen des Funkens die Lufttheile selbst in den glühenden Zustand versetzt würden; andere halten für wahrscheinlicher, dass das elektrische Licht durch glühende fortgeführte Theilchen des Leiters, aus dem es hervorbricht, entstehe. Für die erstere Ansicht scheint der Umstand zu sprechen, dass die Färbung des elektrischen Lichtes in verschiedenartigen Gasen und Dämpfen nicht immer gleich bleibt, so wie dass der Glanz desselben in verdichteter Luft sich vermehrt, in verdünnter Luft aber abnimmt.

Man hat lange Zeit geglaubt, dass der Funke immer von dem positiv elektrisirten Leiter zu dem negativen übergehe. Durch Versuche von Wheatstone ist es jedoch jetzt außer Zweifel gesetzt, dass bei dem Entladungsschlage einer elektrischen Batterie der Funke gleichzeitig von beiden Belegungen ausbricht (Pogg. Ann. Bd. 34, S. 464). Derselbe Physiker hat auch die Zeitdauer des elektrischen Funkens zu bestimmen gesucht, und hat gefunden, dass bei der Entladung stark gespannter Elektrizität die Dauer des Funkens weniger als ein Milliontel einer Secunde beträgt. Die Dauer der Lichterscheinung, wenn auch immer noch außerordentlich kurz, wird doch bemerkbar verlängert, wenn der elektrische Strom vor der Entladung unvollkommene Leiter durchdringen oder zwischen Spitzen übergehen muss. Gleichbleibende Bewegungshindernisse vorausgesetzt, vermindert sich die Zeit der Entladung und wahrscheinlich auch die Dauer des Funkens bei zunehmender Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität.

Der Glanz des elektrischen Lichtes wächst mit der Menge und Dichtigkeit der (immer durch dieselbe Luftschicht und zwischen denselben Körpern) sich entladenden Elektrizität. Die Länge des Funkens, die Schlagweite, steht im geraden Verhältnisse zur Dichtigkeit der elektrischen Anhäufung; z. B. von einer beliebig gewählten Stelle des Conductors der Maschine lassen sich zwei-, dreimal so lange Funken ziehen, wenn die über die Oberfläche des Conductors verbreitete Elektrizitätsmenge sich verdoppelt oder verdreifacht hat. Die Schlagweite ist aber auch von der Gestalt der einander gegenüberstehenden Leiter abhängig. Zwischen Kugeln von großem Durchmesser ist sie am kleinsten. Sie nimmt zu, wenn einer großen Kugel eine kleinere entgegengestellt wird; die Funken sind aber dann weniger glänzend und bei der größten möglichen Schlagweite von zickzackiger Gestalt. Um aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine Funken von möglichst großer Länge auszuziehen, muss (Riefs) der 2 — 3 zölligen Endkugel des Conductors eine große, z. B. 9 zöllige Metallscheibe genähert werden.

Aus dem negativen Conductor der auf gewöhnliche Weise eingerichteten Elektrisirmaschine lassen sich keine so lange Funken ausziehen, als aus dem positiven; weil die sich anhäufende $-E$ wegen der Nähe der über die Glasfläche ausgebreiteten $+E$ keine so große Spannung gewinnen kann, als die $+E$ des positiven Conductors, obschon beide immer in gleicher Menge entwickelt werden müssen.

In verdünnter Luft vermehrt sich die Schlagweite des Funkens fast in geradem Verhältnisse zu der Verdünnung. Wenn man aus einem Glasylinder von beliebiger Länge, der an beiden Enden durch Metallfassungen hermetisch geschlossen ist, die Luft so weit entfernt, als es mittelst einer guten Luftpumpe möglich ist, wenn man sodann das eine Ende dieses Rohrs in die Hand nimmt, das andere an den Conductor der Maschine hält, so geht der elektrische Strom durch die ganze Länge des Rohrs, unter Entwicklung eines matten, bläulichen Lichtes, das den ganzen inneren Raum ununterbrochen zu erfüllen scheint, so lange die Maschine im Gange bleibt. Wheatstone hat jedoch bestimmt nachgewiesen, dass diese Lichterscheinung nicht continuirlich, sondern eine Folge einzelner Blitze ist. Man sieht hieraus, dass der Durchgang nicht ganz ohne Widerstand stattfindet. Um den Glanz dieser Lichtentwicklung möglichst lebhaft zu machen, muss man das luftleere Rohr 1 bis 2 Linien von dem Conductor entfernt halten, so dass die Elektrizität nur in Form von Funken überströmen kann. — Durch die von Luft ganz freie Barometerleere bewegt sich die Elektrizität ebenfalls mit Leichtigkeit, aber unter Entwicklung eines grünlichen Lichtes, das man dem Erglühen von Quecksilberdämpfen zuschreibt.

Wenn der Zusammenhang eines metallischen Leiters, durch welchen Elektrizität von ziemlich starker Spannung sich fortpflanzen muss, an verschiedenen Stellen unterbrochen ist, so entsteht an jeder dieser Trennungsstellen ein Funke. Wird z. B. ein schmaler Stanniolstreifen mit einem scharfen Messer, so wie die Figur zeigt, ausgeschnitten, so wird an jedem Durchkreuzungspunkte zweier Schnitte während des Durchganges der Elektrizität ein Funke sichtbar. Führt man daher einen in dieser Weise ausgeschnittenen Stanniolstreifen in einer Schraubelinie um eine Glasröhre herum, oder bildet man damit auf einer Glas Tafel beliebig gestaltete Figuren, berührt man das eine Ende derselben mit dem Finger und hält das andere an den elektrisirten Conductor, so treten im verdunkelten Zimmer durch die zwischen den verschiedenen Trennungsstellen überschlagenden Funken alle Windungen des metallischen Streifens hervor.



B.

Elektrische Pistole. Eine physikalische Spielerei, die auf der Eigenschaft eines Wasserstoff-Sauerstoff-Gemenges, durch den elektrischen Funken entzündet und, in Folge der bei der Verbrennung erzeugten hohen Temperatur, stark ausgedehnt zu werden, beruht. Ein Rohr von Holz oder lackirtem Blech ist am einen Ende zu, am andern mit einem Korkstöpsel verschließbar. Ungefähr in der Mitte desselben gehen zwei einander gegenüberstehende Metalldrähte, die aufsen in Kugeln endigen, isolirt in den innern Raum ein. Ist nun dieser Raum mit dem erwähnten Gasmengung, oder auch nur mit Luft und Wasserstoff

gefüllt und lässt man zwischen beiden Drähten den elektrischen Funken durchschlagen, so wird der Stöpsel mit einem Knalle herausgetrieben.

B.

Elektrische Kette, gleichbedeutend mit Galvanischer Kette. Siehe Elektrizität Seite 839.

B.

Elektrische Flasche; Verstärkungsflasche; auch Leydener oder Kleist'sche Flasche. Eine Geräthschaft, welche dazu dient, die elektrische Capacität eines Leiters zu vergrößern, ohne doch verhältnissmässig seine Oberfläche zu erweitern.

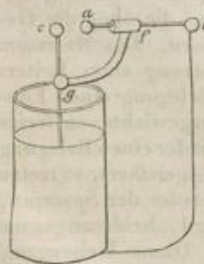
Man denke sich eine dünne Glasscheibe auf beiden Seiten, bis etwa zwei Zoll vom Rande abstehend, mit Zinnfolie belegt. — Man verbinde die eine Belegung (A) mit dem positiven Conductor einer Elektrisirmaschine; freie $+E$ wird sich darauf ansammeln und durch das Glas vertheilend auf die andere metallische Belegung (B) einwirken. $+E$ kann folglich auch von dieser abgeleitet werden, während die früher damit vereinigt gewesene $-E$ durch die $+E$ der Belegung A gebunden wird. Die elektrische Bindung ist aber wechselseitig. Die auf A angesammelte $+E$ verliert daher, in der Richtung gegen den Conductor hin, ebenfalls einen Theil ihres Repulsionsvermögens. Folglich neuer Zudrang von $+E$ von dieser Seite her; und von Neuem kann auch aus der Belegung B ein Funken gezogen werden, und so fort, bis das auf der Belegung A erforderliche, durch die Dicke des Glases bedingte Uebergewicht an freier Elektrizität das Maximum der Dichtigkeit, welche dem Conductor an dieser Stelle überhaupt ertheilt werden kann, angenommen hat. Auf der belegten Glasscheibe kann also, bei gleicher Flächengröße, eine ungleich grössere Menge von Elektrizität angehäuft und verdichtet werden, als auf dem Conductor, ohne dass doch ihr Repulsionsvermögen und mit diesem ihr Bestreben zu entweichen sich vergrößert hat. Uebrigens erkennt man zugleich, dass die ganze Menge der auf diesem Wege gesammelten Elektrizität mit der auf dem Conductor zur Zeit des Versuches zu bewirkenden elektrischen Dichtigkeit in geradem Verhältnisse steht.

Wird die Belegung B während des Betriebes der Maschine in leitende Verbindung mit der Erde oder mit dem negativen Conductor gesetzt, so müssen die eben beschriebenen Wirkungen in unausgesetzter Folge eintreten. Man bemerkt dann, dass die Belegung A, die mit dem positiven Conductor in Berührung steht, anfangs fast alle Elektrizität desselben aufnimmt, so dass das Henley'sche Elektrometer nur einen sehr geringen Ausschlag giebt. Die Spannung steigt aber allmählig und erreicht nach einigen Umdrehungen dieselbe Grösse, die ohne die Gegenwart der belegten Scheibe hätte eintreten müssen. Das Maximum der Ladung ist dann eingetreten. Durch Annäherung eines Leiters kann man abwechselnd aus der einen und andern Belegung einen Funken ziehen, dessen Stärke dem jedesmaligen Uebergewichte an freier Elektrizität entspricht. Wird ein guter Leiter, der mit der einen Belegung in unmittelbarer Berührung steht, der andern Belegung genähert, so treten bei einem gewissen Abstände, welcher je nach der Grösse der Spannung verschieden ist und die Schlagweite genannt wird, beide angesammelten Elektrizitäten auf einmal zu einander über. Dieser Uebergang, der elektrische Schlag, ist von einem weit stärkeren Funken, als ihn der Conductor liefern kann und einem verhältnissmässig starken

Knalle begleitet. Häufig gehen beide Fluida schon während der Ladung und bevor noch das Maximum der Spannung erreicht ist, plötzlich vollständig zu einander über. Eine solche freiwillige Entladung findet Statt, wenn der nicht belegte Rand der Glastafel nicht breit genug, oder nur unvollkommen trocken, oder aus irgend einem andern Grunde nicht isolirend genug ist. Gewöhnlich treten bei der Entladung die beiden angehäuften Elektricitäten, selbst wenn die Belegungen einen Augenblick in metallischer Verbindung standen, nicht vollständig zu einander über. Das Bestreben beider Principe, einander so nahe wie möglich zu kommen, bewirkt nämlich, dass sie sich während der Ladung nicht sowohl in den Metallbelegungen als vielmehr in den Glasflächen darunter ansammeln. Die metallische Hülle mit dem Glase in inniger Berührung, dient dann gleichsam nur, um im Augenblicke der Verbindung beider Belegungen, den gleichzeitigen Abfluss der Elektricität von allen Punkten, wo sie sich eingenistet hatte, zu vermitteln. Der Rücktritt beider Flüssigkeiten aus dem Glase geht gleichwohl nicht ohne Widerstand vor sich, und so erklärt es sich, dass die vollständige Entladung eine gewisse messbare Zeit erfordert, während der die Stanniolflächen in leitendem Zusammenhange bleiben müssen. Daher findet man fast immer, dass nach der ersten Entladung noch eine zweite schwächere und zuweilen selbst noch eine dritte und vierte erhalten werden kann. Die beschriebene Vorrichtung wird die Franklin'sche Tafel genannt.

Die Leydener oder Verstärkungs-Flasche ist nur eine veränderte, für den Gebrauch bequemere Form der Franklin'schen Tafel. Ein Glasgefäß von dünnem Glase und weiter Oeffnung, z. B. ein Zuckerglas wird innen und außen bis zu 2 Zoll vom oberen Rande abstehend mit Zinnblatt bekleidet. Den unbelegt bleibenden Glasstreifen bestreicht man, um ihn möglichst isolirend zu machen, mit Schellackfirniß. Vom Boden der Flasche erhebt sich bis zu einigen Zollen über den Rand derselben ein dicker Metalldraht, der oben mit einem Knopfe versehen ist; sein Zweck ist die leitende Verbindung mit der innern Belegung zu erleichtern. Die Gröfse einer Leydener Flasche oder richtiger die Gröfse des metallischen Ueberzugs richtet sich nach der Kraft der Elektrisirmaschine. Mittelst kräftig wirkender Maschinen können Flaschen von 10 und mehr Quadratfuß Belegung durch wenige Umdrehungen vollständig geladen werden. Statt solcher großer Glasgefäße gebraucht man besser mehrere kleinere, deren äußere Belegungen

Fig. 69.



sämmtlich mit der Erde in Verbindung stehen, während die zu den inneren Belegungen führenden Drähte zu einem einzigen leitenden Systeme verbunden werden können. Eine derartige Verbindung mehrerer Verstärkungsflaschen wird eine elektrische Batterie genannt.

Eine besondere Art elektrischer Flasche (Fig. 69.) wird nach ihrem Erfinder Lanc'sche oder nach ihrem Gebrauche Maafsflasche genannt. An dem von der inneren Belegung hervorgehenden Drahte ist ein gebogener Glasstab *gf* befestigt, der einen Draht *ab* trägt, welcher an beiden Enden mit Kugeln versehen ist. Dieser Draht ist in der Hülse, welche ihn hält, ver-

schiebbar; die Kugel *a* kann dadurch dem Knopfe der Flasche zu beliebigen messbaren Abständen genähert werden, während die Kugel *b* mit der äußeren Belegung in leitender Verbindung steht.

Man bringe die innere Belegung dieser Flasche in einen ununterbrochenen Zusammenhang mit dem ersten Conductor einer Elektrisirmaschine, die äußere Belegung, so wie den negativen Conductor der Maschine in möglichst gut leitende Verbindung mit der Erde, stelle die Kugeln *a* und *c* auf einen ganz geringen Abstand, z. B. nur auf 1 Linie Entfernung von einander, und setze die Maschine in regelmäßigen Betrieb. Zwischen beiden Kugeln wird sehr bald ein Funken überspringen, d. h. es wird eine Entladung der Flasche stattfinden, lange bevor sich Elektrizität von bedeutender Dichtigkeit auf dem Conductor anhäufen und dadurch den Zutritt neuer Elektrizitätsmengen von der Glasfläche aus verhindern konnte. Während dieser Zeit muss daher alle oder doch fast alle durch die Maschine erzeugte positive Elektrizität in die Maafsflasche übergegangen und durch deren Entladung in den natürlichen Zustand zurückgeführt worden seyn. Die für eine gewisse Anzahl Umdrehungen stattfindenden Entladungen der Maafsflasche geben folglich einen Anhalt für die Menge der Elektrizität, welche zur Zeit der Beobachtung durch die Maschine erregt werden konnte. Die Kugeln, zwischen welchen die Funken überspringen, müssen stets metallisch rein erhalten werden, weil nur unter dieser Bedingung die Anzahl der Entladungen mit der sich entladenden Elektrizitätsmenge vergleichbar bleibt.

Riefs (Pogg. Ann. 40. S. 321.) hat ein Verfahren angegeben, um mittelst der Lane'schen Flasche die Stärke der Ladung einer elektrischen Batterie zu messen. Die äußere Belegung der Batterie wird isolirt und mit dem Innern der Maafsflasche leitend verbunden. Die äußere Belegung der letzteren steht in vollkommen leitendem Zusammenhange mit der Erde. Bringt man nun den ersten Conductor in unmittelbare Verbindung mit dem Innern der Batterie und setzt die Maschine in Bewegung, so strömt ein Quantum Elektrizität zu der inneren Belegung der Batterieflaschen und bindet eine verhältnissmäßige Menge des ungleichnamigen Fluidums der äußeren Belegung; eine genau eben so große Menge gleichnamige Elektrizität geht von der äußeren Belegung fort und verbreitet sich über alle damit verbundenen Leiter, hauptsächlich aber über das Innere der Maafsflasche. Durch die Entladung der letzteren wird dann diese ganze Ableitung der Batterie in den natürlichen Zustand zurückgeführt, so vollständig, dass auf der äußeren Belegung mittelst der Prüfungsscheibe keine Spur von freier Elektrizität zu entdecken ist. Diese Wirkungen wiederholen sich bei fortgesetztem Betriebe der Maschine, und man sieht nun leicht, dass die Anzahl Entladungen der Lane'schen Flasche ein Maafs ist für die Menge der von der äußeren Belegung der Batterie fortgegangenen Elektrizität und folglich auch ein Maafs für die Stärke der Ladung, welche die letztere erhalten hat.

In Beziehung auf die Wirksamkeit nach aussen, der in einer Batterie angesammelten Elektrizität, hat Riefs folgende Sätze, deren Richtigkeit man früher nur aus theoretischen Gründen vermuthen konnte, experimentell bewiesen:

Die Kraft, womit eine die Innenseite der Batterie oder deren leitende Fortsetzung berührende, und folg-

lich durch dieselbe elektrisirte Kugel, abgestossen wird, ist dem Quadrate der Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität proportional.

Die Abstossung einer entfernten, im Voraus elektrisirten Kugel durch die Innenseite der Batterie ist der Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität proportional.

Die Schlagweite der Batterie vermehrt sich wie die Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität, d. h. wenn beide Belegungen mit zwei Kugeln verbunden sind, die einander zu beliebigen messbaren Entfernungen genähert werden können, so dass bei einer gewissen Stärke der Ladung der Funke zwischen beiden überspringen muss, so wird man finden, dass bei doppelter, dreifacher Anhäufung der Elektrizität in der Batterie, die Entladung schon bei dem doppelten, dreifachen Abstände der einander zunächst stehenden Punkte beider Kugeln erfolgt. Wenn die entladenden Leiter eine andere Gestalt als die kugelförmige besitzen, so ändert sich zwar die einer bestimmten elektrischen Anhäufung entsprechende Schlagweite, aber nicht das Gesetz ihrer Zunahme.

Obschon die Zeit, innerhalb der die Entladung einer Batterie erfolgt, ausserordentlich kurz erscheint, so liegt es doch in der Natur der Sache, dass der Uebergang beider Elektrizitäten zu einander nur successiv, d. h. bei fortdauernder Verminderung des Betrags der Ladung stattfinden kann. Gleichwohl wird durch den elektrischen Schlag, und ohne dass während des Verlaufs desselben die Schlagweite sich ändert, bei weitem der grösste Theil der angehäuften Elektrizitäten zernichtet. Man erklärt diese Erscheinung aus den Erfahrungssätzen: dass durch den überspringenden Funken die Luft erwärmt und folglich ausgedehnt wird und dass in verdünnter Luft die Schlagweite sich vergrößert.

Der elektrische Schlag einer kleinen Flasche, wenn er durch den menschlichen Körper geht, bewirkt eine heftige, schmerzhaft, aber nur augenblickliche Erschütterung. Befinden sich mehrere und selbst viele Personen in dem Kreise guter Leiter, durch welchen beide Elektrizitäten zu einander übertreten, so empfinden alle gleichzeitig, hauptsächlich in den Armgelenken, diesen eigenthümlichen Nerveneindruck. Verbindet man beide Belegungen mit einem dicken Metalldrahte, so empfindet man, selbst wenn der Draht mit beiden Händen gehalten wird, keine oder doch nur eine sehr geringe Einwirkung der sich entladenden Elektrizitäten.

Die Wirkung des elektrischen Schlags einer stark geladenen Batterie, oder auch nur einer einzigen grossen Flasche, auf den thierischen Organismus ist äusserst heftig und kann selbst gefährlich werden. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet. Durch vollkommene Leiter als den menschlichen Körper, z. B. durch Metalldrähte von beträchtlicher Dicke, entladen sich beide Elektrizitäten ohne wahrnehmbare Einwirkung. Dagegen jedes materielle Mittel, durch dessen Dazwischenkunft ihr Uebergang zu einander erschwert wird, ohne doch ganz gehindert werden zu können, erfährt, je nach seiner Leitfähigkeit und sonstigen Beschaffenheit, eine mehr oder weniger grosse Veränderung seines physikalischen oder chemischen Zustandes. Schlechte Leiter, wie trockenes Holz, Papier, Glas, Harz werden durchbohrt,

zerrissen, zersplittert und oft, wie durch eine bedeutende ausdehnende Kraft zersprengt und ihre Theile weithin fortgeschleudert. Verbrennliche Stoffe können dabei bis zur Entzündung erhitzt werden. Selbst gute Leiter, deren Querschnitt aber zu gering ist, um die vorhandene Elektrizitätsmenge ohne Aufenthalt durchlassen zu können, z. B. dünne Metalldrähte, werden erwärmt, bei sehr großer Feinheit sogar zum Glühen erhitzt, verbrannt. Flüssigkeiten, welche die Elektrizität leiten, z. B. Wasser, Salzlösungen, Säuren, erleiden theilweise eine chemische Zersetzung. In kleinen Mengen in Glasbehältern eingeschlossen, in die man die Elektrizitäten durch Metal spitzen einführt, können sie so stark und so plötzlich ausgedehnt werden, dass sie die Gefäße zersprengen. Die atmosphärische Luft und andere Gase werden durch den elektrischen Funken erwärmt und ausgedehnt, entzündliche Gemenge von Gasen oder Dämpfen dadurch entzündet. Auf die Leichtigkeit, womit Wasserstoffgas, gemengt mit Luft oder Sauerstoff, schon durch den schwächsten durchfahrenden Funken entzündet wird, gründet sich das Eudiometer von Volta und die bekannte elektrische Pistole. Auch Aetherdampf lässt sich schon durch einen aus dem Conductor gezogenen Funken in Flammen setzen. Man gieße zu dem Ende etwas Aether auf Wasser in ein aufserhalb trockenes Glas, in welches ein von dem Conductor der Maschine ausgehender Draht eingesenkt ist. Nähert man hierauf einen Knöchel, so entzündet der aus der Flüssigkeit austretende Funken zuerst den Aetherdampf und dadurch den Aether selbst.

Eine sehr bequeme Geräthschaft, um die Wirkung der elektrischen Entladung auf einen Körper zu prüfen, ist der Henley'sche allgemeine Auslader. Zwei Metallstäbe sind auf isolirenden Stützen nach jeder Richtung beweglich und können mit ihren nach Erforderniss kugelförmigen oder zugespitzten Enden in beliebige Nähe zusammengerückt werden. Zwischen dieselben bringt man die Körper. Der eine Stab wird dann mit der äußeren Belegung der elektrischen Flasche in leitende Verbindung gesetzt, der andere dem Knopfe der inneren Belegung bis zum Ueberschlagen des Funkens genähert. Um z. B. Eisendraht zu verbrennen, windet man denselben um beide kugelförmige Enden der Stäbe. Man verschafft sich Draht von erforderlicher Dünne durch Eintauchen von Clavierdraht in verdünnte Salpetersäure. — Soll eine Glasscheibe durchbohrt werden, so lässt man die Stäbe des Ausladers in scharfe Spitzen ausgehen, zwischen welche die Scheibe gesetzt wird. Leydener Flaschen, deren Glaswände an verschiedenen Stellen ungleiche Dicke haben, werden zuweilen durch Selbstentladung durchbohrt. Das Loch, welches der elektrische Schlag in einer Glastafel oder in Spielkarten bewirkt, zeigt sich stets, wie wenn es aus der Mitte nach beiden Außenflächen aufgerissen sey; insbesondere bemerkt man auf beiden Seiten der durchbohrten Spielkarte einen ausgebogenen Rand. — Streut man gepulvertes Kolophonium oder Schiefspulver auf eine nichtleitende Tafel zwischen beide Entladungsstäbe des allgemeinen Ausladers, so wird es durch den überschlagenden Funken einer stark geladenen Flasche entzündet.

In feuchter Luft, zumal bei vermindertem Luftdrucke, bewirkt der elektrische Funke eine theilweise Erzeugung von Salpetersäure.

Die Erwärmung dünner Metalldrähte durch den Entladungsschlag der elektrischen Batterie lässt sich mit Hülfe des Luftthermometers

dem Maße nach bestimmen. Die Glaskugel des Luftthermometers ist zu diesem Zwecke mit zwei einander diametral gegenüberstehenden Oeffnungen versehen, auf welche durchbohrte Messingaufsätze gekittet sind, durch die die zu prüfenden Drähte eingeschoben werden können; eine dritte mittelst eines eingeriebenen Stöpsels luftdicht verschließbare Oeffnung, dient, das Gleichgewicht des äußern und innern Luftdrucks nach jedem Versuche wieder herzustellen¹⁾. Wird nun der in der Kugel luftdicht eingeschlossene Draht dem Schließungsbogen der Batterie eingeschaltet, so lässt sich die Stärke seiner Erwärmung aus der dadurch bewirkten Ausdehnung der Luft ableiten. Mittelst eines solchen Apparates hat Riefs²⁾ die Beobachtung gemacht, dass wenn der Schließungsbogen der Batterie aus mehreren ungleich beschaffenen Theilen zusammengesetzt ist, z. B. aus dickeren und dünneren, längeren und kürzeren Stücken von Metalldrähten, die Art ihrer Aufeinanderfolge, hinsichtlich der Wirkung auf das Luftthermometer ganz ohne Einfluss ist, wenn nur die Verbindungsweise der einzelnen Stücke immer dieselbe bleibt. Es gelang ihm dann in Betreff des Einflusses der Menge und Dichtigkeit der sich entladenden Elektrizität, der Zeit der Entladung, so wie der Länge und Dicke des Schließungsdrahtes, auf die Erwärmung desselben, folgende Gesetze festzustellen:

1) Die Temperaturerhöhung, welche durch die Entladung einer elektrischen Batterie im Schließungsdrahte hervorgebracht wird, ist proportional dem Producte der Quantität in die Dichtigkeit der angehäuften Elektrizität.

2) Wenn gleich große Elektrizitätsmengen in gleicher Zeit durch Drähte gleichen Stoffes, aber von verschiedenen Dimensionen entladen werden, so erfährt jeder derselben eine Temperaturerhöhung, die unabhängig von der Länge des Drahtes und umgekehrt proportional der vierten Potenz seines Halbmessers ist. — In jedem Drahte wird also eine Wärmemenge frei, die sich direct wie die Länge und umgekehrt wie der Querschnitt desselben verhält.

3) Aendert sich die Zeit der Entladung, so ist die Erwärmung eines Drahtes der Dauer derselben umgekehrt proportional; durch Einschaltung von homogenen Drähten in den Schließungsbogen wird die Entladung um eine Zeit verzögert, welche der Länge des Drahtes direct, seinem Querschnitte umgekehrt proportional ist. *B.*

Elektrische Säule; gleichbedeutend mit zusammengesetzte elektrische Kette, siehe Elektrizität Seite 842.

Elektrischer Strom; so nennt man die im Bewegungszustande befindliche Elektrizität.

Elektrische Spannungsreihe, s. Elektrizität S. 834.

Elektrisirmaschine. Dieser Name kann im Allgemeinen einer jeden Vorrichtung gegeben werden, welche die Bestimmung hat, mit Beihülfe irgend einer äußeren Betriebskraft, Elektrizität in regelmäßig fortdauernder Weise zu erregen. Vorzugsweise versteht man aber darunter die Reibungs-Elektrisirmaschine, und nur von dieser soll hier die Rede seyn.

Sie besteht aus drei wesentlichen Stücken: einem schlechtleitenden

¹⁾ Dove's Repert. de Phys. Bd. II. S. 98.

²⁾ Pogg. Ann. Bd. XL. S. 335 und Bd. XLIII. S. 47.

den Körper, der gerieben wird, einem guten Leiter, der als Reibzeug dient und einem zweiten guten Leiter, dem, vorzugsweise sogenannten Conductor, welcher bestimmt ist, die auf dem geriebenen Körper erregte Elektricität zu sammeln. Das beste Material für den schlechten Leiter ist weisses, hartes Glas. Man verwendet es in Gestalt von runden Spiegelscheiben oder von hohlen Cylindern, die auf waagrecht liegenden Axen sitzen, um welche sie mittelst Curbeln gedreht werden können. Während der Umdrehung reiben sie sich an dem festliegenden, mäsig angedrückten Reibzeuge. Dieses besteht gewöhnlich aus geschmeidigem Leder, worauf eine Lage des Kienmaier'schen Amalgams (2 Theile Quecksilber, 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink) mit etwas Schweinefett gemengt, gleichförmig ausgebreitet ist. Der so erhaltene metallische Ueberzug muss von Zeit zu Zeit erneuert werden, weil das Zink während des Gebrauchs sich oxydirt, wodurch, wie die Erfahrung lehrt, seine Wirksamkeit abnimmt. Der Conductor (erste Conductor), von Holz mit Metallpapier überzogen, oder besser von Messingblech, ruht auf einem 2—3 Fufs hohen nicht über 1 Zoll dicken Glasfusse ohne Höhlung. In den Wirkungskreis des mit $+E$ beladenen Glases gebracht, werden seine im natürlichen Zustande vorhandenen Elektricitäten vertheilt; seine $-E$ angezogen, verbindet sich bei genügender Annäherung mit der $+E$ des Glases, während seine eigene $+E$ frei wird. Man befördert diese Wirkung durch die Gestalt des Conductors, die so beschaffen seyn muss, dass er der an ihm vorübergehenden geriebenen Glasfläche in möglichst geringem Abstände eine Fläche von entsprechender Breite darbieten kann. Auch pflegt man den gegen das geriebene Glas gerichteten Theil desselben, den sogenannten Einsauger, mit einigen Spitzen zu besetzen. Wenn der Einsauger eine zweckmäßige Gestalt und Gröfse hat und dem Glaskörper nahe genug steht, so kann er dem letzteren während des Vorübergangs fast alle durch Reiben darauf entwickelte Elektricität entziehen. Die von dem geriebenen Körper entferneren Theile der Oberfläche des Conductors müssen glatt abgerundet seyn und dürfen keine Ecken oder hervorragende Stellen zeigen. Um das Ueberspringen des Funkens vom Conductor auf das Reibzeug zu verhindern, müssen beide so weit thunlich von einander entfernt stehen. Damit aber die mit Elektricität beladene Glasfläche nicht schon vor ihrer Ankunft an dem Conductor, durch Berührung mit der Luft einen Verlust erleiden könne, bedeckt man sie mit einem Streifen Wachstaffent, der am Rande des Reibzeugs angenäht ist und bis in die Nähe des Einsaugers reicht. Will man auch die Elektricität des Reibzeugs sammeln, so muss dasselbe eine isolirende Unterlage haben, z. B. auf einem Glasfusse befestigt werden, und mit einem isolirten Leiter (Conductor), etwa von demselben Umfange wie der erste Conductor, in Verbindung stehen.

Die Glasfüsse, so wie der Glaskörper, müssen vor dem Gebrauche mit warmen wollenen Zeugen abgerieben werden, um Feuchtigkeit, Staub und etwa anhängendes Amalgam zu entfernen. Wenn die Luft feucht ist, erhält man dessen ungeachtet auch mit den kräftigsten Maschinen nur geringe Wirkungen. Man steigert ihre Wirksamkeit, indem man das Glas und die umgebende Luftmasse erwärmt, und die letztere dadurch relativ trockener macht.

Scheibenmaschinen werden am häufigsten gebraucht. Eine runde polirte Spiegelscheibe von höchstens 3 Linien Dicke und 20—60 Zoll

Durchmesser ist in der Mitte durchbohrt. Durch dieses Loch geht eine Axe, bei kleinen Maschinen von Glas oder Holz, bei grösseren von Eisen, worauf auf der einen Seite der Glasscheibe ein halbkugelförmiges Stück von trockenem, hartem Holze fest aufsitzt. Ein ähnliches Stück wird auf der andern Seite des Glases, mittelst eines in die Axe geschnittenen Gewindes gegen die Scheibe gepresst, und dadurch diese zwischen beiden halbkugelförmigen Stücken fest eingeklemmt. Beide Stücke sind auf der dem Glase zugekehrten Fläche mit weichem Leder gefüttert. Auch müssen sie, bevor man sie aufsetzt, scharf getrocknet und mit Bernsteinfirnis überzogen werden. Als Reiber dienen eben abgeschliffene Messingstreifen, worauf weiches, glattes Leder, in welches das Amalgam eingerieben wird, flach aufgespannt ist. Je zwei derartige Streifen, in passend hergerichtete, federnde Träger so eingeschoben, dass sie die Scheibe von beiden Seiten einschliessen, ohne doch der Bewegung derselben folgen zu können, bilden ein Reibzeug. Die beiden federnden Arme oder Träger sitzen am Gestelle der Maschine in Gelenken, so dass sie gegen die Scheibe gedrückt oder auch davon entfernt werden können. Beide sind, nahe dem Umfange der Scheibe, mittelst eines Stiftes verbunden, der am einen Ende in eine Schraube ausgeht; durch das Anziehen der letzteren werden beide Reiber zugleich und mit gleicher Stärke wider die Glasfläche gepresst. Ein mässiger Druck reicht schon hin, das Maximum der Elektricitäts-erregung zu erzielen. Man pflegt die Reiber halb so lang zu nehmen als den Halbmesser der Scheibe. Ein Zoll Breite genügt. Eine grössere Breite zeigt sich sogar in der Regel als nachtheilig; denn es ist nicht leicht, das Amalgam über eine grössere Fläche gleichförmig auszubreiten; jeder Punkt aber, an dem keine Reibung stattfindet, bietet den zersetzten Elektricitäten eine Gelegenheit, wieder zu einander überzutreten. Breitere Streifen, indem sie, um mit dem Glase in genügende Berührung zu kommen, einen grösseren Druck in Anspruch nehmen, erschweren also den Betrieb der Maschine, ohne, selbst im günstigsten Falle einen entsprechenden Vortheil dafür zu gewähren. Es sind gewöhnlich zwei Reibzeuge an den gegenüberstehenden Enden desselben Kreisdurchmessers angebracht. — In einer Entfernung von 90° von jedem Reibzeuge befindet sich, gewöhnlich nur auf einer Seite der Glasplatte, ein Einsauger von Messingblech von einer, der des Reibers gleichen Länge. Die äussere Fläche desselben ist dick gefirnisst, der Rand gegen die Scheibe hin umgebogen und abgerundet, die innere, reine Metallfläche ist hohl und mit Spitzen versehen. Von jedem Einsauger führt ein Arm zu dem kugelförmigen Conductor. Der Glasfuss des letzteren sitzt auf einem Brette, das sich in das Gestelle der Maschine einschieben lässt und den Zweck hat, die Einsauger der Glasscheibe möglichst nahe zu rücken.

Scheibenmaschinen, auf die beschriebene Weise eingerichtet, können wegen ihres festen Baues in beträchtlicher Grösse, bis zu 4 — 5 Fufs Durchmesser, ausgeführt werden und bieten dadurch eine weit grössere Reibungsfläche, als es irgend möglich ist, dieselbe bei Anwendung hohler Cylinder zu erhalten. Da Scheiben von mehr als 30 Zoll Durchmesser sehr kostbar sind, so kann man auch zwei kleinere neben einander auf derselben Axe anbringen. Sie haben vor den Cylindermaschinen auch das voraus, dass das Glas auf beiden Seiten gerieben wird, wodurch die Spannung der erzeugten Elektricität ver-

mehrt und der Uebergang auf den Conductor erleichtert wird. Ueberdies gestattet die Ebene und Glätte der Scheibe ein innigeres Anschmiegen des Reibzeugs. Diese Maschinen sind aber gewöhnlich nur zur Hervorbringung von positiver Elektrizität eingerichtet; die gleichzeitige Gewinnung der negativen erfordert Isolirung der Reibzeuge, wodurch die Haltbarkeit leidet.

Die Cylindermaschinen sind immer für die gleichzeitige Gewinnung beider elektrischer Flüssigkeiten berechnet und lassen sich zu diesem Zwecke mit dem verhältnissmäßig geringsten Kostenaufwande einrichten. Der Glascylinder, von höchstens 1,5 bis 2 Fufs Länge und 1 bis 1,5 Fufs Durchmesser dreht sich zwischen zwei Glassäulen, die seiner Axe zu Stützen dienen. Auf beiden Seiten der Cylinderfläche stehen, ebenfalls auf Glasfüßen, cylindrische Conductoren von 2 bis 2,5 Fufs Länge, so dass sie einige Zoll über den Glaskörper hervorgehen, um sie, erforderlichen Falls, ohne das Glas zu berühren, verbinden zu können. Ihre isolirenden Füße sitzen auf Schiebern, die in entsprechende Oeffnungen des Fußgestelles eingelassen und dadurch verrückbar sind. Der eine Conductor, zur Aufnahme der $+ E$ bestimmt, ist auf der gegen das Glas gerichteten Seite mit Spitzen besetzt, der andere trägt das Reibzeug. Letzteres besteht aus einem mit Pferdehaaren ausgestopften Lederkissen von gleicher Länge mit dem Glascylinder.

Wenn während des Betriebs einer Cylindermaschine beide Conductoren isolirt sind, so zeigen sie beide freie Elektrizität, aber nur von geringer Stärke, weil bald diejenige Grenze der Spannung eintritt, wobei die $- E$ des Reibzeugs unmittelbar zur $+ E$ des Glases übergeht. Verbindet man das Reibzeug mit dem Boden, so kann sich keine freie $- E$ darauf erhalten; die $+ E$ des Glases muss daher einen höheren Grad der Spannung annehmen, bevor sie die Fähigkeit erlangt, sich mit der im Reibzeuge im gebundenen Zustande befindlichen ungleichnamigen Flüssigkeit unmittelbar zu vereinigen. Steht der positive Conductor in Verbindung mit dem allgemeinen Ableiter, so giebt die an ihm vorübergehende Glasfläche beinahe die ganze darauf durch Reiben frei gewordene Elektrizitätsmenge ab und kommt in einem fast unelektrischen Zustande wieder mit dem Reibzeuge in Berührung, daher jetzt dieses, wenn es isolirt ist, das Maximum der elektrischen Spannung annimmt. Werden beide isolirte Conductoren mit einander leitend verbunden, so zeigt keiner die geringste Spur von freier Elektrizität.

Um elektrische Zustände von so hoher Intensität, wie sie mit der Elektrisirmaschine erhalten werden, ihrem Grade nach zu bestimmen, gebraucht man gewöhnlich das Henley'sche oder Quadranten-Elektrometer. Es ist ein einfaches, leicht bewegliches Strohhalmpendel, das an der Seite eines Stabes von Metall herabhängt, und an dessen unterem Ende eine Kugel von Hollundermark sitzt. Im elektrischen Zustande von dem Stabe abgestoßen, bildet es mit demselben einen Winkel, der mittelst eines Gradebogens gemessen wird. Dieses Werkzeug ist übrigens weniger geeignet, um Verschiedenheiten in der Stärke der elektrischen Anhäufung wirklich zu messen, als vielmehr um dieselben wahrzunehmen und wieder finden zu können.

Aus den Anzeigen des Quadranten-Elektrometers erhält man nur ein Urtheil über die Spannung und Dichtigkeit der auf einem Conductor angesammelten Elektrizität. Die Stärke des elektrischen Funkens und die

Wirkungen der Elektricität hängen aber nicht blofs von ihrer Spannung (Intensität), sondern auch von der vorhandenen Menge (Quantität) ab. Die letztere lässt sich bei gleicher Divergenz des Elektrometerpendels aus der Oberflächen-Gröfse des Conductors annäherungsweise beurtheilen. Um die Kraft einer Elektrisirmaschine zu messen, muss man sich der Lane'schen oder Messflasche bedienen (s. elektrische Flasche). Vergrößert man den Conductor, indem man z. B. einen zweiten oder mehrere isolirte Leiter damit in Verbindung setzt, so nimmt auch die Elektricitätsmenge zu, welche während des Betriebs der Maschine gesammelt und durch den überschlagenden Funken auf einmal entladen werden kann. Weil aber theils durch die isolirenden Füfse, theils unmittelbar durch die Luft fortwährend Elektricität entweicht und weil dieser Verlust bei zunehmender Spannung ebenfalls zunimmt, so kommt es, dass selbst unter den günstigsten äußeren Verhältnissen eine gewisse Gröfse der leitenden Oberfläche nicht überschritten werden darf, ohne dass das Maximum der erreichbaren Spannung und folglich auch die Schlagweite des Funkens abnimmt. Als Regel gilt, dass die Oberfläche des Conductors nicht größer seyn dürfe, als die geriebene Fläche des Glaskörpers, dergestalt dass das Maximum der Ladung und Spannung durch eine volle Umdrehung erhalten werden könne. Diese Annahme ist jedoch durch die Erfahrung nicht mit Sicherheit festgestellt. Gewiss ist nur, dass mittelst einer geriebenen Glasfläche von geringer Ausdehnung ein Conductor von sehr großer Oberfläche durch noch so viele Umdrehungen nicht mit Elektricität von derselben Spannung beladen werden kann, wie ein der Gröfse der Maschine mehr proportionirter Conductor.

B.

Elektro-chemische Theorie bedeutet, auf den einfachsten Gesichtspunkt zurückgeführt, diejenige Ansicht, wonach man die chemisch zusammengesetzten Körper als binäre Verbindungen oder als Verbindungen zu zwei und zwei ihrer einfachen Elemente zu betrachten hat, und wonach ferner dem Bestreben zur chemischen Vereinigung der Eintritt eines polaren Zustandes der auf einander einwirkenden ungleichartigen Stoffe stets vorausgehen muss. Diese Polarität der Affinität glaubt man sich nun berechtigt für identisch mit derjenigen der beiden Elektricitäten halten zu dürfen, und daher entstand der Name: elektro-chemische Theorie.

Man ist hauptsächlich durch zwei Klassen elektrischer Erscheinungen zu dieser Vorstellung geleitet worden. Irgend zwei ungleichartige Körper treten bekanntlich im Augenblicke der Berührung in einen entgegengesetzt elektrischen Zustand: d. h. auf der einen Seite der Berührungsfläche wird $+E$, auf der andern $-E$ ausgeschieden. Die Stärke dieser den natürlichen elektrischen Zustand störenden wechselseitigen Einwirkung, deren Fortdauer selbst dann nachweisbar ist, wenn zwei Körper in den Zustand der innigsten Berührung getreten sind, wie bei zusammengelötheten Metallen oder beim Eintauchen eines Metalls in eine Flüssigkeit, wovon es benetzt wird, steht nun in einer sehr merkwürdigen Beziehung zur Stärke der chemischen Verwandtschaft, in der Weise, dass der bei der Berührung zweier Stoffe eintretende elektrische Vertheilungszustand um so ausgeprägter erscheint, je weiter sie hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens von einander entfernt stehen.

Durch die zersetzende Kraft der elektrischen Säule können chemisch zusammengesetzte Körper unmittelbar immer nur in zwei Bestandtheile

zerlegt werden, von welchen derjenige, welcher als Glied der elektrischen Spannungsreihe dem negativen Ende am nächsten steht, am positiven Pole, der andere am negativen Pole abgeschieden wird. Dieses Verhalten wird begreiflich, wenn man voraussetzt, dass die Elemente binärer Verbindungen eine bestimmte elektrische Polarität besitzen, so lange sie chemisch vereinigt bleiben; oder mit anderen Worten: dass derjenige entgegengesetzt elektrische Zustand, den zwei Stoffe im Augenblicke des Contactes annehmen müssen, und der durch größere Innigkeit des Zusammenhanges, wenn derselbe nur ein Adhäsionsphänomen ist, nicht geschwächt wird, auch dann noch mit unveränderter Stärke fortdauert, nachdem die eigentlich chemische Verbindung eingetreten ist.

Dass zusammengesetzte Körper nicht mit freier Elektrizität behaftet erscheinen, widerspricht nicht dieser Vorstellung, indem das freie Fluidum des einen oder andern Bestandtheils der Verbindung nur dann bemerkbar werden kann, wenn die wägbaren Atome des einen Bestandtheils nach einer, die des andern nach der andern Seite gerichtet sind, so dass man sich zwischen beiden eine bestimmte Uebergangsfläche vorstellen kann.

Man hat versucht, die Körper nach ihren elektrischen Beziehungen zu classificiren, und dieses System wird das elektro-chemische genannt. Die einfachen Stoffe bilden hiernach eine Reihe, als deren Endpunkte man einerseits den Sauerstoff, andererseits das Kalium betrachtet. Sie fällt mit der Volta'schen Spannungsreihe, so weit diese experimentell festgestellt ist, zusammen. Gleichwie die letztere, lehrt sie uns also, dass ein Körper, welcher dem Sauerstoff näher steht, gegen einen andern dem Kalium näher stehenden sich negativ elektrisch verhalte; aber sie drückt noch ferner aus, dass wenn beide Stoffe sich chemisch vereinigen, der dem Sauerstoff näher liegende (also durch den Contact negativ elektrisch werdende) auch die Rolle desselben in der Verbindung übernehme. Man nennt daher den einen Bestandtheil der Verbindung den elektro-negativen, den andern, nämlich den dem Kalium näher liegenden, den elektro-positiven.

Die Ausdrücke elektropositiv und elektronegativ werden aber auch ohne eine besondere Beziehung auf eine bestimmte Verbindung gebraucht; indem man mit dem ersteren überhaupt solche Körper bezeichnet, die in ihrem Verhalten mehr dem Sauerstoff gleichen, oder doch in der elektro-chemischen Reihe nicht sehr weit entfernt von demselben stehen, mit dem andern überhaupt solche Körper, die dem Kalium näher liegen als dem Sauerstoffe.

B.

Elektrodynamik. Dieser Ausdruck wird von manchen Schriftstellern gebraucht, für: Lehre von den Wirkungen des elektrischen Stromes, und zwar vorzugsweise von den magnetischen Wirkungen desselben. Siehe Galvanismus.

B.

Elektrolyse, ist: Zerlegung einer chemischen Verbindung in ihre binären Elemente, unter dem Einflusse des elektrischen Stromes.

Elektrolyt, s. Anion.

B.

Elektromagnetismus nennt man die in Leitern der Elektrizität durch den circulirenden elektrischen Strom erzeugte magnetische Kraft.

Der Elektromagnetismus ist von Oersted in Kopenhagen im Jahr 1820 entdeckt worden. Gewisse Einwirkungen der Elektrizität auf die Magnetnadel waren zwar in einzelnen Fällen schon früher bemerkt wor-

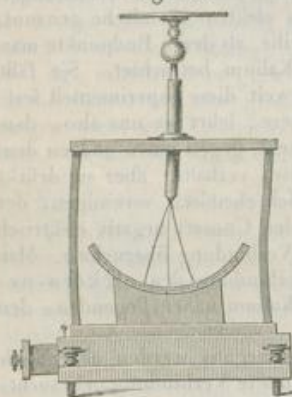
den; aber Niemand hatte vorher einen bestimmten Zusammenhang zwischen den elektrischen und magnetischen Kräften deutlich erkannt und nachgewiesen. Die Oersted'sche Entdeckung erregte daher im höchsten Grade die Aufmerksamkeit und das Interesse aller Freunde der Physik und wurde der Ausgangspunkt einer großen Reihe der merkwürdigsten Entdeckungen im Gebiete der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus. (Zu vergl.: Galvanismus.)

B.

Elektrometer. Der Name Elektrometer könnte mit gleichem Rechte einer jeden zu elektrischen Messungen geeigneten Vorrichtung gegeben werden. Gewöhnlich versteht man aber darunter solche Instrumente, die bestimmt sind, die Dichtigkeit und Menge der gespannten Elektrizität zu messen; während die zur Messung elektrischer Ströme gebräuchlichen Geräthschaften mehr den Namen Galvanometer führen.

Das bekannteste Elektrometer ist das mit zwei senkrecht herabhängenden Pendeln, welches sich von dem ähnlichen Elektroskope (s. diesen Artikel) wesentlich nur dadurch unterscheidet, dass ein Gradebogen daran

Fig. 70.



angebracht ist, um die Größe der Ausschläge messen zu können. Die Figur 70 giebt die vordere Ansicht eines Goldblatt-Elektrometers in $\frac{1}{3}$ natürlicher Größe. Das viereckige Glasgehäuse ist aus Spiegelplatten gebildet, die an den Kanten verkittet und oben und unten durch Messingkappen zusammengehalten sind. Der Gradebogen ist auf einem Papierstreifen aufgetragen und auf der vorderen Glasplatte mit Mundleim befestigt. Er bildet ein Stück eines Kreises, dem der Aufhängepunkt der Pendel, oder richtiger die Projection dieses Punktes auf die Glasfläche als Mittelpunkt zugehört. Ein feiner durch diesen Punkt lothrecht abwärts auf das

Glas gezogener Diamantstrich durchschneidet den Nullpunkt der Scala. Er dient, um mittelst drei Stellschrauben, worauf das Instrument ruht, dasselbe zum Gebrauche zu richten, und während des Gebrauches zur Sicherung der richtigen Stellung des Auges. Die Beobachtungen werden um so genauer und vergleichbarer, je näher der Gradebogen den Pendeln stehen kann, ohne auf ihre Bewegungen einen Einfluss zu äußern, und je weiter man während des Ablesens das Auge entfernt hält. In der Bodenplatte dieses Elektrometers befindet sich ein Loch, das zum Innern einer Schieblade führt, worin sich einige Stücke Chlorcalcium befinden. Dadurch wird die, die Goldblättchen umgebende Luft trocken erhalten. In Fällen, wo eine allzugroße Empfindlichkeit unbequem werden würde, ersetzt man die Goldblättchen durch feine Strohhalme.

Die Größe der elektrischen Kraft lässt sich aus der Divergenz der Goldblättchen oder Strohhalme durch Rechnung nicht mit Sicherheit ableiten; das Verhältniss eines jeden Ablenkungswinkels zur Dichtigkeit der vorhandenen Elektrizität muss daher empirisch, d. h. durch vergleichende Versuche im Voraus bestimmt werden. Das bequemste und zugleich das sicherste Hilfsmittel zur Erreichung dieses Zweckes ist eine

trockene elektrische Säule, von welcher je von der fünfzigsten oder hundertsten Doppelscheibe (s. Elektrizität, S. 843) eine Zunge von demselben Metallpapier hervorsteht, stellt man den einen Pol dieser Säule auf das zu graduirende Elektrometer und berührt nach einander die erste, zweite, dritte Zunge u. s. w. mit dem Finger, so wird dem Instrumente Elektrizität von, in demselben Verhältnisse zunehmender Dichtigkeit mitgetheilt.

Man hat auch noch auf andere Weise versucht, die Anzeigen des Elektrometers vergleichbar zu machen. Man stellte z. B. zwei ganz gleiche Instrumente neben einander, und dem einen wurde eine elektrische Ladung beigebracht. Brachte man dann die Platten beider Werkzeuge in unmittelbare Berührung, so musste sich die Ladung des einen auf die Hälfte vermindern; durch eine zweite Berührung, nachdem das eine Elektrometer vorher einen Augenblick mit der Erde verbunden worden war, blieb nur ein Viertel der ursprünglichen Ladung zurück u. s. f.

Welches Verfahren man nun auch einschlagen mag, um das Verhältniss der Divergenz der Pendel zur ablenkenden Kraft zu ermitteln, wird es mit der erforderlichen Sorgfalt ausgeführt, so findet man, unter der Voraussetzung mäfsiger Divergenzen, für welche Bogen und Sehne ohne Fehler gleich gesetzt werden dürfen, dass die Gröfse des Ablenkungsbogens der Dichtigkeit der auf das Elektrometer übertragenen Elektrizitätsmenge fast genau proportional ist.

Das Goldblatt- oder Strohalm-Elektrometer, auf diese Weise graduirt, ist gleichwohl zu feineren elektrischen Messungen nicht sonderlich geeignet.

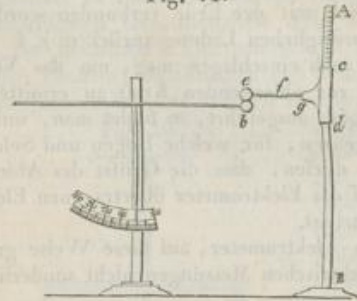
Einen ungleich höheren Werth als Messwerkzeug besitzt das horizontal schwingende elektrische Pendel, aus dessen Schwingungszeiten, in ungleichem Abstände vor einer entgegengesetzt elektrisirten Kugel, Coulomb das Gesetz der elektrischen Anziehungen ableitete (Elektrizität S. 823).

Als die feinste elektrometrische Geräthschaft gilt die Drehwaage, durch deren Anzeigen, unter Coulomb's Händen, das Gesetz der elektrischen Abstofsungen zuerst eine sichere experimentelle Begründung erhielt. Um die Drehwaage (s. diesen Artikel) zu elektrischen Versuchen gebrauchen zu können, wird die waagrecht schwebende Nadel *nl* (Fig. 59) aus einem dünnen Schellackstäbchen verfertigt, das am einen Ende eine kleine Kugel von Hollundermark trägt. Der Mittelpunkt der letzteren wird auf den Nullpunkt der Theilung gerichtet. Eine andere gleiche Kugel, ebenfalls an einem Schellackstäbchen befestigt, wird von oben durch das Glasgehäuse eingesenkt, so dass ihr Mittelpunkt in gleiche Höhe mit dem der andern und ebenfalls vor den Nullpunkt der Theilung zu stehen kommt. Die bewegliche Kugel wird dadurch etwas aus ihrer Lage verdrängt, doch so dass sie im unelektrischen Zustande mit der feststehenden in Berührung bleiben muss. So wie man aber durch eine, gewöhnlich seitwärts im Glasgehäuse angebrachte Oeffnung eine kleine Menge Elektrizität zuführt, wird die bewegliche Kugel abgestofsen. Durch Drehung des Knopfes *s* der Drehwaage, kann sie aber zu beliebigen Abständen vom Mittelpunkte der festen Kugel zurückgebracht werden. Der Drehungsbogen des Zeigers *s*, vermehrt um den jedesmaligen Ablenkungsbogen der Nadel aus ihrer Nulllage, misst dann die Stärke der Abstofsung bei verschiedenen Abständen der Mittelpunkte beider Kugeln. — Bei einem Versuche, den Coulomb vor der Akademie anstellte, hing die

Nadel an einem 28 Zoll langen, so feinen Silberdrahte, dass 1 Fuß davon nur $\frac{1}{16}$ Gran wog. Die Nadel beschrieb einen Kreis von 4 Zoll Halbmesser; eine Kraft von $\frac{1}{122400}$ Gran, auf das Ende der Nadel wirksam, drehete sie um einen Grad. Der Versuch dauerte 2 Minuten und während dieser Zeit verloren beide Kugeln kaum bemerkbar von der ihnen mitgetheilten Elektrizität. Bei einer Drehung von 36° betrug der Abstand beider Kugelmittelpunkte ebenfalls 36° , bei 144° Drehung ergab sich ein Abstand von 18° , und bei $575\frac{1}{2}$ Drehung ein Abstand von $80\frac{1}{2}$. Die abstosenden Kräfte verhalten sich demnach fast genau umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen der Mittelpunkte der Kugeln.

Ein wenn auch weniger empfindliches, doch ebenfalls zu scharfen elektrischen Messungen geeignetes Werkzeug ist die von Simon ersonnene elektrische Waage (Fig. 71), mit deren Hülfe Egen

Fig. 71.



zu denselben Resultaten gelangte, welche Coulomb aus den Anzeigen seiner Drehwaage ableitete. Der eine Arm der von Egen gebrauchten Waage bestand aus Messingdraht, der andere, an dessen Ende eine kleine Korkkugel *b* von $\frac{1}{3}$ Zoll Durchmesser befestigt war, aus einer dünnen Schellackstange. Jeder Arm war 3,5 Zoll lang. Die Ausschläge konnten mittelst einer Zunge von derselben Länge an einem Gradebogen gemessen werden. Das Aufhängesystem besaß einen möglichst hohen Grad der Beweglichkeit. Eine zweite Korkkugel *e*, an dem Schellackstäbchen *f* befestigt, konnte an dem Ständer *AB* mit sich selbst parallel auf und nieder bewegt werden. Waren beide Kugeln in Berührung und theilte man ihnen Elektrizität mit, so ließ sich die Stärke der Abstosung aus der Größe des Ausschlags unmittelbar berechnen. Durch Verrückung der Kugel *e* oder auch durch kleine Gewichte, am Endpunkte des andern Waagearms angehängt, hatte man es in der Gewalt, die Entfernung der Mittelpunkte beider Kugeln beliebig zu verändern. Zur Sicherung vor zufälligen äußeren Einflüssen stand der ganze Apparat in einem Glaskasten.

Unter die zur Bestimmung der Menge und Dichtigkeit der freien Elektrizität brauchbaren Geräthschaften ist endlich noch die Lane'sche Messflasche zu zählen. (S. elektrische Flasche.) *B.*

Elektrometer, Volta's; gleichbedeutend mit Strohalmen-Elektrometer, weil es von Volta als elektrometrisches Werkzeug eingeführt und zuerst benutzt worden ist. — Nicht zu verwechseln mit Volta-Elektrometer; s. diesen Artikel, oder auch Galvanometer. *B.*

Elektromotor. So nannte Volta ein jedes System ungleichartiger Leiter, welche in Berührung stehen und dadurch einen fortdauernden Elektrizitätsquell bilden. Ein gewöhnliches Zink-Kupferpaar, eine jede elektrische oder galvanische Kette bis zur zusammengesetztesten Säule kann daher mit den Namen Elektromotor bezeichnet werden. *B.*

Elektromotorische Kraft ist das bewegende Princip in der elektrischen Kette.

Elektropositiv und

Elektronnegativ, s. elektrochemische Theorie.

Elektrophor (Elektricitätsträger). Diese nützliche Geräthschaft, womit Alexander Volta schon im Jahre 1775 die Physik bereichert hat, ist eine Art Elektrisirmaschine, deren Gebrauch besonders dann von großer Bequemlichkeit wird, wenn es weniger darauf ankommt, große Mengen von Elektricität anzusammeln, als vielmehr einen Elektricitätsquell von bleibender Stärke längere Zeit hindurch zur Verfügung zu haben.

Das Elektrophor besteht aus drei wesentlichen Theilen, dem Kuchen, einer dünnen Platte aus Harz oder einer andern nicht leitenden Substanz; der Form oder dem Teller, einer Metall- oder Holzplatte mit hervorstehendem Rande, in welche der Kuchen eingelegt oder eingegossen ist, und endlich dem Deckel, einer Metallscheibe mit isolirender Handhabe, welche auf den Kuchen gesetzt wird, und deren Durchmesser kleiner seyn muss, als der des letzteren.

Wenn man den Harzkuchen mit Katzenfell oder Fuchsschwanz reibt und dann den Deckel auflegt, so erhält sich die ihm ertheilte elektrische Beschaffenheit lange Zeit, in trockener Luft Monate lang, mit fast ungeschwächter Kraft. So oft man während dieser Zeit Deckel und Form zugleich berührt, und dann den ersteren abhebt, ist derselbe positiv elektrisch geworden und man kann daraus einen Funken von stets gleicher Stärke ziehen. Man erhält Elektricität und selbst den Funken auch durch einseitige Berührung des Deckels, aber seine Intensität ist weit geringer. Diese wiederholten positiv elektrischen Ladungen des Deckels erklären sich leicht aus der Atmosphärenwirkung der über den Harzkuchen verbreiteten negativen Elektricität.

Man weiß, dass Harz und zumal eine dünne Scheibe aus dieser Materie gebildet, die durch Reiben darin entwickelte — *E* sehr fest hält und dass ihr dieselbe, selbst bei der Berührung mit den vollkommensten Leitern, nicht leicht entzogen werden kann. Bedeckt man daher den Kuchen mit einer isolirten Metallscheibe, und hebt dieselbe isolirt wieder ab, so wird sie in trockener Luft nicht eine Spur von Elektricität aufgenommen haben. Gleichwohl hatte die Elektricität des Harzes vertheilend darauf gewirkt; + *E* wurde angezogen, — *E* abgestoßen und also in freien Zustand gesetzt; allein indem man den Deckel an seiner isolirenden Handhabe abhebt, verbinden sich die getrennten Elektricitäten wieder und kehren in den natürlichen Zustand zurück.

Wurde dagegen die abgestoßene — *E* durch die Berührung mit dem Finger entfernt und dann erst der Deckel gehoben, so wurde die vorher gebundene + *E* frei, und wirkte als solche auf das Elektrometer oder konnte einen Funken geben oder zu irgend sonst einem Zwecke verwendet werden. Da von dem Harze direct zu der Metallplatte nichts übergeht, so sieht man leicht, warum dieser Versuch ohne bemerkliche Aenderung im Resultate sehr oft wiederholt werden kann. In der That müsste das Elektrophor, bei richtigem Gebrauche, seine Kraft auf noch so lange Zeit hin ungeschwächt erhalten, wenn nicht die durch Reiben auf dem Harze erregte Elektricität durch Berührung mit der Luft nach und nach weggenommen würde. Das Bestreben der Elektricität, durch die Luft zu entweichen, ist sehr gering, so lange die — *E* des Kuchens und die + *E* des Deckels sich wechselseitig binden und dadurch ihre Wirksam-

keit nach aufsen aufheben. In diesem Zustande und an einem trockenen Orte aufbewahrt, muss sich daher das Elektrophor lange Zeit brauchbar erhalten, d. h. ohne dass das Reiben des Kuchens wiederholt zu werden braucht.

Die Theorie des Elektrophors ist soweit sehr einfach; um nun aber auch den Nutzen und Einfluss des Tellers einsehen zu können, muss man noch einige andere Erfahrungssätze zu Hilfe nehmen. Es ist bekannt, dass die elektrische Atmosphärenwirkung sich nach allen Richtungen hin äussert und durch Nichtleiter fortpflanzt. Legt man demnach eine recht dünne und ebene Harzscheibe auf eine Metallfläche von ähnlicher Beschaffenheit, die mit dem Boden leitend verbunden ist, und streicht das Harz mit einem Fuchsschwanz, so muss die erregte — E sogleich die natürlichen Elektricitäten des Metalls vertheilen. Seine — E fließt ab, seine + E wird gebunden und wirkt ihrerseits bindend auf die — E an der Oberfläche. Die letztere wird hierdurch gleichsam in das Innere der Harzmasse gezogen und verliert einen grossen, bei sehr dünnen Harzscheiben sogar den grössten Theil ihrer Thätigkeit nach aufsen. Die Folge ist, dass durch Reiben neue Elektricitätsmengen erzeugt und auf dem Kuchen, weit über diejenige Grenze hinaus, welche man ohne Beihülfe einer Metall-Unterlage zu erreichen vermag, angehäuft werden können. Allein diese Elektricität befindet sich auf dem Elektrophor grösstentheils im gebundenen Zustande und wirkt deshalb auf das Elektrometer direct viel weniger stark, als der damit geladene und abgehobene Deckel. Hierin liegt auch der Grund, warum einem gut geriebenen Kuchen nur dann, wenn man ihn von seiner Unterlage trennt, scharfe und lange Funken entzogen werden können.

Man wird jetzt verstehen, weshalb der einseitig berührte Deckel nur mässig stark mit Elektricität beladen werden kann, denn nur die auf dem Kuchen noch frei vorhandene — E kann unmittelbar vertheilend darauf einwirken. Berührt man aber Form und Deckel gleichzeitig, so dass beide gleichsam einen einzigen Leiter bilden, so richtet sich das Uebergewicht der vertheilenden Kraft gegen den Deckel, weil dieser der auf der Harzfläche angehäuft — E ungleich näher liegt als die Form. So kommt es, dass gleichzeitig mit der — E des Deckels auch der grösste Theil der vorher gebundenen + E der Form frei wird, und dass, wenn man einen Finger auf die Form setzt und mit einem andern den Deckel berührt, beide Principe zu einander übergehen und in der Hand die Empfindung eines mässigen elektrischen Schläges hervorrufen. Steht die Metallform auf dem Tische und dadurch in leitender Verbindung mit der Erde, so findet bei der blossen Berührung des Deckels dieselbe Ausgleichung Statt, nur ist eine längere Zeit dazu erforderlich. In Folge des ungleichen Abstandes der elektrisirten Harzfläche von der oberen und unteren Metallscheibe kann jedoch nicht alle in der unteren gebundene + E nach erfolgter Verbindung beider Scheiben frei werden und fortgehen, oder die Unterlage kann nicht ganz und gar in den natürlichen Zustand zurücktreten, weil man die — E des Kuchens mit der + E des Deckels nicht in demselben Punkte vereinigt voraussetzen darf. Ein mehr oder weniger grosser Antheil + E müsste also stets in der Form gebunden bleiben. Die Erfahrung lehrt aber, dass dies bei guten Elektrophoren nicht nur nicht der Fall ist, sondern dass sogar nach stattgefundener Berührung beider Metallbelegungen die untere mit — E behaftet ist.

Den Grund dieses Verhaltens haben wir in dem sonderbaren Um-

stande zu suchen, dass eine durch Reiben elektrisirte Harzplatte auf der nicht geriebenen Fläche die entgegengesetzte elektrische Beschaffenheit annimmt. Der Kuchen des Elektrophors erhält demzufolge auf der unteren mit der Form in Berührung stehenden Fläche positive Elektrizität; deren Wirkung jedoch wegen des überwiegenden Einflusses der $-E$ auf der Oberfläche, unter gewöhnlichen Umständen nicht bemerkbar wird. Dieses Uebergewicht der $-E$ hört auf, so wie man dieselbe durch die $+E$ des Deckels beschäftigt. Alsbald gewinnt die $+E$ des Kuchens den eigenthümlichen Charakter der auf einem Nichtleiter vorhandenen freien Elektrizität, d. h. sie zeigt eine ihrer Stärke entsprechende Atmosphärenwirkung; sie stößt daher die $+E$ der Form ab und bildet einen verhältnissmäßigen Theil von deren $-E$.

Diese verschiedenen Einflüsse, welche bei der Erklärung des Elektrophors in Betracht gezogen werden müssen, und die Theorie desselben etwas verwickeln, können leicht auf folgende Art anschaulich gemacht werden.

Man verschaffe sich eine dünne Schellackplatte von 3 bis 4 Zoll Durchmesser und suche, ohne ihr eine Unterlage zu geben, durch Reiben so viel wie möglich Elektrizität auf der einen Seite zu erzeugen; man lege sie dann auf eine auf dem Elektrometer angeschraubte Metallplatte von etwas geringerem Durchmesser. Die Pendel werden mit $-E$ divergiren und die Stärke dieser Divergenz zeigt das Maximum der Wirkung, welche unter den gegebenen Umständen erreicht werden konnte; jetzt entferne man die durch Vertheilung frei gewordene $-E$, indem man die metallische Unterlage mit dem Finger berührt; man wird sogleich finden, dass durch erneuertes Reiben neue Mengen von $-E$ auf dem Harze erzeugt werden können und auf das Elektrometer einwirken.

Nachdem die Schellackplatte genügend stark elektrisirt und alle freie $-E$ aus der Elektrometerscheibe, welche den Teller des Elektrophors vorstellt, entfernt ist, bedecke man die Harzfläche mit einer ähnlichen Metallscheibe, welche die Stelle des Deckels vertritt. So wie die letztere berührt wird, divergiren die Pendel mit $+E$, die auf der unteren Platte frei geworden ist. Man leite dieselbe ab und berühre die obere Platte von Neuem; neue Divergenz der Pendel, wiewohl schwächer als vorher. Man kann auf diese Weise längere Zeit fortfahren, abwechselnd oben und unten, jedoch in immer abnehmenden Graden Elektrizität wegzunehmen. Durch gleichzeitiges Berühren beider Platten treten diese auf einander folgenden Wirkungen nur in rascherer Folge ein.

Ist endlich der kleine Elektrophor vollständig geladen, so hebe man die Schellackscheibe sammt dem darauf befindlichen Metalldeckel ab. Das Elektrometer wird eine negativ elektrische Spannung zeigen. Diese $-E$ war also vorher auf der unteren Metallplatte, und zwar durch die $+E$ des Harzes gebunden. In der That fallen die Pendel wieder zusammen, so wie die Schellackscheibe in die frühere Lage zurückgebracht wird. Man hebe nunmehr nur den Deckel ab; wieder Divergenz der Pendel mit $-E$, aber beträchtlich stärker als vorher, weil zu der aus dem eben angeführten Grunde frei gewordenen $-E$ noch diejenige hinzutritt, welche aus der Atmosphärenwirkung der freien $-E$ des Harzes auf die natürlichen Elektrizitäten der Unterlage entspringt.

Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass ein Harzkuchen, der an seiner Form nicht festhängt, für beide Elektrizitäten benutzt wer-

den kann. Wendet man nämlich die geriebene Fläche nach oben, so erhält der Deckel eine positive Ladung; kehrt man die Harzscheibe um, so wird dem Deckel $-E$ ertheilt. Doch ist die $-E$, welche auf diesem Wege gewonnen werden kann, stets beträchtlich schwächer als die $+E$.

Die Wirksamkeit eines Elektrophors ist unter sonst gleichen Umständen um so beträchtlicher, je geringer die Dicke des Kuchens und je mehr Berührungspunkte Harz- und Metallflächen einander darbieten. Um diese Bedingung zu erreichen, pflegt man zum Teller eine kreisrunde Scheibe mit hervorstehendem Rande zu nehmen, die aus Messing, Zink oder Zinn, oder auch aus Holz besteht, das mit Metallfolie belegt worden. In diese Form wird die harzige, geschmolzene Masse bis zur Höhe des Randes eingegossen, und noch bevor sie völlig erhärtet ist, der Deckel in der Mitte aufgelegt und mäsig ange-drückt. Damit bei dem Abheben des Deckels der Funke nicht zu dem Rande der Form überspringe, lässt man zwischen beiden ringsum einen freien Raum von wenigstens einem Zoll Breite. Bei den so verfertigten Elektrophoren ist nun allerdings eine sehr innige Berührung der Harzflächen mit ihren Metallbelegungen hergestellt, allein da der Kuchen an seiner Unterlage festhängt und da das Ausdehnungsvermögen beider sehr verschieden ist, so sind sie ungemein leicht der Zerstörung unterworfen. Schon der Transport aus einem kalten in ein warmes Zimmer ist nicht selten der einzige Grund des Zerspringens, wo nicht eines völligen Zerbrückelns des Harzkuchens. Um diesem Uebelstande so viel wie möglich vorzubeugen, sucht man dem Schellack, das übrigens wegen seines vollkommeneren Isolirungsvermögens jedem andern Harze vorzuziehen ist, durch Beimischung von gemeinem Harz, Terpenthin oder Wachs etwas mehr Geschmeidigkeit zu geben.

Empfehlenswerther sind die gepressten Elektrophore, für deren Verfertigung Pfaff in Gehler's Wörterbuch¹⁾ eine Vorschrift giebt. — Auf einer vollkommen ebenen und polirten Marmorplatte wird Zinnfolie, etwas größer als der Kuchen des Elektrophors werden soll, ausgebreitet; darauf setzt man einen, ebenfalls mit Stanniol umwickelten Ring von Blei oder Holz und gießt in diese Form die flüssige Harzmasse. Nachdem dieselbe etwas erkaltet, aber noch nicht hart geworden ist, wird sie mit einem Stanniolstreifen bedeckt, und auf diesen eine zweite vollkommen ebene Platte von Marmor oder Spiegelglas gelegt und mit Gewichten so beschwert, dass alle Unebenheiten der Harzoberfläche verschwinden. Der so erhaltene Harzkuchen hängt an der Zinnfolie nicht an, oder lässt sich doch leicht davon ablösen. Er hat überdies den Vorzug, auf beiden Seiten gebraucht werden zu können, und ist der Gefahr, durch die ungleiche Ausdehnung des Tellers Risse zu bekommen, nicht ausgesetzt. Es versteht sich übrigens von selbst, dass seine Wirksamkeit nur dann recht kräftig ist, wenn Unterlage und Deckel vollkommen ebene Oberflächen erhalten. Sehr bequem bietet sich zur Erreichung dieses Zweckes Spiegelglas, das mit Stanniol sehr sorgfältig überzogen ist. Ein Deckel dieser Art muss am Rande durch einen abgerundeten zinnernen Ring, der frei darauf liegt und den Rand einschließt, gegen das Ausströmen von Elektricität gesichert werden. — Als Composition für den Harzkuchen

¹⁾ Band 3, Seite 733.

empfiehlt Pfaff eine Mischung aus 8 Theilen Kolophonium, 1 Theil Schellack und 1 Theil venetianischem Terpenthin. Isolirender, aber auch theurer ist Schellack mit nur 10 Procent Terpenthin vermischt. Ganz reines Schellack ist schwierig zu einer Scheibe von genügend ebener Beschaffenheit zu verarbeiten. Die Dicke der Scheibe soll wo möglich nicht über 2—3 Linien betragen. An der Stelle des Harzkuchens hat man auch versucht ebene und polirte Glasplatten anzuwenden. Sie werden auf ähnliche Art wie die Scheibe einer Elektrisirmaschine, durch Reiben mit Zinn- oder Zinkamalgamelektroskop, können aber nur in ganz trockener Luft mit Erfolg gebraucht werden.

Noch bleibt zu bemerken, dass, um mit einem gegebenen Elektrophor ein Maximum der Wirkung erhalten zu können, nicht nur der Kuchen ganz trocken seyn, sondern auch der Katzenpelz, womit er gerieben oder der Fuchsschwanz, womit er gepolirt werden soll, zuvor erwärmt werden muss. Endlich ist es nöthig, den geladenen Deckel parallel abzuheben, denn kommt er mit der Harzfläche nur an einem Punkte in Berührung, so treten gewöhnlich die condensirende und condensirte Elektrizität zu einander über, wodurch nicht nur die Ladung verloren geht, sondern auch die Kraft des Elektrophors ungewöhnlich geschwächt wird.

Bei häufig wiederholtem Gebrauche des Elektrophors wird die zur jedesmaligen Ladung erforderliche Berührung von Deckel und Form unbequem. Man pflegt deshalb eine solche Anordnung zu treffen, wodurch beide Belegungen von selbst in metallische Verbindung treten, die nur bei dem Abheben des Deckels unterbrochen wird. Dies geschieht mittelst eines schmalen Stanniolstreifens, der die Form mit der Oberfläche des Kuchens verbindet und darauf festgeklebt ist, oder noch zweckmäßiger, indem man in der Mitte des Kuchens eine kleine Oeffnung anbringt, um dieselbe herum, auf $\frac{1}{2}$ Zoll Abstand das Harz mit Stanniol belegt, und diese Metallverbindung nach unten fortführt.

B.

Elektroskop (Elektrizitätsanzeiger), ist der gemeinschaftliche Namen aller derjenigen Vorrichtungen, deren man sich bedient, um das Vorhandenseyn, so wie die Qualität der Elektrizität zu erkennen. Sie beruhen sämmtlich auf der Eigenschaft gleichartiger Elektrizitäten, einander abzustossen, oder ungleichartiger, einander anzuziehen.

Die einfachste Form einer derartigen Vorrichtung ist eine kleine Kugel von Hollundermark, von höchstens 1,5 Linien Durchmesser, die je nach dem Gebrauche an einem Linnen- oder Seidenfaden aufgehängt wird. Sie wird im ersten Falle von einem mit Elektrizität behafteten Körper angezogen, sobald die Spannung dieser freien Elektrizität stark genug ist, das geringe Gewicht des Hollundermarkpendels zu überwältigen. Der Grund dieser Anziehung ist, wie man leicht einsieht, die durch Vertheilung in der kleinen Kugel entwickelte und gebundene entgegengesetzte Elektrizität und eben deshalb ist es auch nöthig, einen ableitenden Faden zu nehmen, weil sich sonst die gleichnamige Elektrizität nicht entfernen kann.

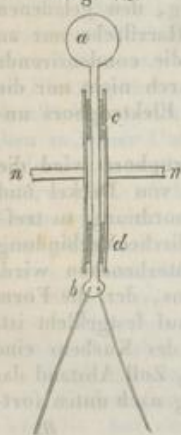
Das an einem Seidenfaden hängende, also isolirte Kügelchen gebraucht man hauptsächlich zur qualitativen Prüfung. Man ertheilt ihm zu dem Ende im Voraus eine bestimmte elektrische Beschaffenheit,

worauf es von dem elektrischen Körper schon aus der Entfernung entweder angezogen oder abgestoßen wird. Bei genügender Annäherung wird es aber auch von ganz unelektrischen Körpern angezogen und darum ist die Prüfung durch Anziehung unsicher.

Empfindlicher als das eben beschriebene Werkzeug ist ein horizontal schwingendes elektrisches Pendel. Es besteht aus einem sehr dünnen Stäbchen von Schellack oder Glas von zwei bis drei Zoll Länge an dessen einem Ende die kleine Holländermarkkugel oder ein leichtes Metallblättchen befestigt ist. Dieses Stäbchen ist in der Mitte an einem einzigen Coconfaden aufgehängt, so dass es in der Horizontalebene durch die geringste Kraft in Bewegung gesetzt werden kann. Die Art des Gebrauchs bedarf keiner näheren Erklärung.

Die bequemste und darum auch die gebräuchlichste elektroskopische Vorrichtung ist das Elektroskop mit zwei Pendeln, dessen wesentliche Bestandtheile in Fig. 72. abgebildet sind.

Fig. 72.



Zwei sehr leichte die Electricität leitende Pendel, z. B. Stroh- oder Grashalme, sind mittelst äußerst feiner Metalldrähte, die oben hakenförmig umgebogen worden, bei *b* in den Oeffnungen eines dickeren, am unteren Ende abgeplatteten Drahtes eingehängt und stehen dadurch mit einer Metallkugel *a* oder auch mit einer Metallplatte in leitender Verbindung. Empfängt die leitere Electricität, so theilt sich dieselbe den Pendeln mit und diese stoßen sich ab. Die Größe ihrer Divergenz lässt auf die Stärke der elektrischen Einwirkung schließen.

Um diesen Haupttheil des Elektroskops von anderen Leitern möglichst abzusondern, wird der Draht mittelst Stöpseln von Kork oder Seide bei *c* und *d* in einem Glasrohre gut befestigt. Weil aber Glas für sich nicht gut isolirt, so muss dasselbe inwendig dick gefirnisst und auferhalb auf wenigstens 3 Zoll Länge mit einem Überzug von Schellack versehen seyn. In der Mitte der Länge ist eine Fassung (die von Metall seyn kann) angekittet, um den Apparat bequem aufstellen zu können. Es könnte einfacher und eben so sicher erscheinen, den Draht unmittelbar mit Schellack zu umgeben; allein das so eingerichtete Elektroskop, wenn auch vortrefflich isolirt, wird alsdann zu feineren Versuchen unbrauchbar, indem die mitgetheilte Electricität sich zum Theile in der den Verbindungsdraht umgebenden Harzschicht festsetzt; wodurch nach Entfernung der Ladung sogleich eine neue, wenn auch schwächere hervorgerufen, also die gänzliche Entladung erschwert und unsicher wird.

Man pflegt das Elektroskop bis an die Fassung *nn* in ein Glasgefäß einzusenken, um dadurch zufälligen äußeren Einwirkungen zu begegnen. Wenn die Fassung luftdicht aufgeschliffen ist oder eingeschraubt werden kann, so lässt sich durch Einbringen von etwas Chlorcalcium die Anwendbarkeit des Apparates zumal in Vorlesungen bedeutend erhöhen, denn gerade die inneren Theile, auf welchen sich die mitgetheilte Electricität am meisten anhäuft, sind auch dem nachtheiligen Einflusse der Feuchtigkeit am meisten ausgesetzt. Die Pendel

müssen jedoch in diesem Falle aus gut leitenden Substanzen, z. B. aus dünnen Streifen von Metallblatt, die man am abgeplatteten Ende des Drahtes an beiden Seiten mit etwas Gummi anheftet, verfertigt werden, weil die unvollkommeneren Leiter, wie die Strohhalme, unter dem Einflusse des Chlorcalciums in dem Grade austrocknen, dass sie die einmal empfangene Elektrizität nur schwierig wieder abgeben.

Die Empfindlichkeit eines Elektroskops ist neben der Güte seines Isolirungssystems hauptsächlich von der Beschaffenheit der Pendel abhängig. Je nachdem man einen mehr oder weniger hohen Grad derselben erzielen will, wählt man daher zu den Pendeln: Hollundermarkkugeln oder Strohhalme oder schmale Streifen von unächtem oder endlich von ächtem Blattgold. Wo also Empfindlichkeit eine Hauptbedingung ist, darf überhaupt nur ächtes Blattgold angewendet werden.

Es ist ersichtlich, dass nichts Anderes als das Gewicht der Pendel sich der elektrischen Abstossung widersetzt. Nun weiss man, dass die Elektrizität sich an den Kanten eines Streifens mehr anhäuft, als in der Mitte. Schmale Goldblättchen nehmen daher verhältnissmässig zu ihrer Oberfläche und ihrem Gewichte mehr Elektrizität auf und stossen sich stärker ab, als breitere Streifen. Auch die Länge der Blättchen trägt wesentlich bei, die Empfindlichkeit zu steigern.

Ein genügend isolirtes Elektroskop mit Goldblättchen von 2,5—3 Zoll Länge und etwa $\frac{3}{4}$ Linien Breite muss, wenn man der Platte derselben die durch Berührung einer Zink- mit einer Kupferscheibe erregte und nach der Trennung beider Scheiben frei gewordene Elektrizität mittheilt, und diesen Versuch 3—4mal wiederholt, einen bemerkbaren Ausschlag geben.

Man hat die Empfindlichkeit auch dadurch zu vermehren gesucht, dass man an den inneren Glaswänden Stanniolstreifen, welche ausserhalb mit grösseren leitenden Massen in Verbindung standen, bis zur Höhe der Goldblättchen und in der Ebene des Ausschlage-Winkels hinauf führte. Durch diese Vorkehrung wird jedenfalls der Vortheil erreicht, dass die Goldblättchen nicht an den Gefässwänden anhängen.

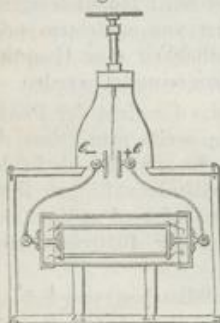
Wenn das Elektroskop in der Weise gebraucht werden soll, dass man demselben die Elektrizität eines Körpers direct mittheilt, so dient hierzu die an dem oberen Drahtende befestigte Metallkugel, deren geringer Umfang und regelmässige Gestalt sehr gut geeignet ist, ein schnelles Zerstreuen der eingepprägten Elektrizität zu verhindern. Soll dagegen der elektrische Körper durch seine vertheilende Kraft wirken, so ist es am besten, die Kugel durch eine Scheibe von ungefähr 3 Zoll Durchmesser zu ersetzen, weil hierdurch die durch den Einfluss der Vertheilung in den Pendeln angehäufte Elektrizität und folglich die Empfindlichkeit bedeutend vergrössert wird.

Die Eigenschaft, dass leichtbewegliche und mit einem elektrischen Leiter zusammenhängende Körper einander fliehen, ist schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts bemerkt und als Erkennungsmittel der Elektrizität benutzt worden. Das Elektroskop mit zwei Pendeln von Hollundermark hat Canton im Jahre 1753 eingeführt; aber erst die späteren Verbesserungen von Cavallo haben daraus ein auch zu empfindlicheren Versuchen brauchbares Werkzeug gemacht. Bennet vertauschte die Kork- oder Hollundermarkkugeln mit Goldblättchen. Die Strohhalme hat Volta zuerst angewendet. Sehr häufig werden diese verschiedenen

Elektroskope nach den Namen dieser Physiker, welche den Gebrauch derselben einführten, benannt.

Ohne uns auf die Beschreibung elektroskopischer Vorrichtungen, die theils weniger zweckmäßig eingerichtet, theils nur zu irgend einem speciellen Zwecke gebraucht worden sind, einzulassen¹⁾, wollen wir gleich zu dem empfindlichsten aller derartigen Werkzeuge übergehen, welches gewöhnlich nach Bohnenberger benannt wird, dessen Erfindung man aber eigentlich Behrens verdankt.

Fig. 73.



Dieses Instrument, Fig. 73, nach den neuesten von Fechner daran angebrachten Verbesserungen, besteht aus einer trockenen oder Zamboni'schen Säule von 800—1000 Plattenpaaren von 1,5 Zoll Durchmesser, die in einem dickgefirnissten Glaszylinder eingeschlossen und in einem passenden Kästchen von Holz in horizontaler Lage befestigt ist. Der Glaszylinder ist an beiden Enden mit Metallkappen geschlossen, die mit den Polen der Säule in directer leitender Verbindung stehen, und folglich die Electricität derselben annehmen müssen. Mittelst zweier Drähte, die aus einem im Deckel des Kastens angebrachten Spalt hervorragen, und mit den Metallfassungen des Cylinders durch Gelenke verbunden sind, kann nun die Electricität heraufgeführt und auf zwei kleinen Scheibchen von Messing von 8 Linien Durchmesser, mit den Enden der Drähte ebenfalls durch Gelenke zusammenhängend, verbreitet werden. Diese Scheibchen bilden also die eigentlichen Endpunkte der Säule. Sie können vermittelst der Gelenke beliebig einander genähert oder von einander entfernt und doch zugleich beide Flächen in verticaler Stellung, und also parallel einander gegenüber erhalten werden. Zwischen beiden schwebt ein langes, schmales Goldblättchen, das ähnlich wie bei andern Elektroskopen in einer Glasglocke, am unteren Ende eines wohl isolirten Drahtes hängt, dessen oberes aus der Glocke hervorgehendes Ende die Platte eines Condensators oder eine andere Metallplatte trägt. Das Goldblättchen kann zwischen beiden Polen, wenn dieselben nicht gar zu nahe stehen, leicht eine Gleichgewichtslage annehmen. Aber die geringste Menge von Electricität, die man ihm ertheilt, ändert diese Lage; es wird sich nämlich von dem gleichartig elektrischen Pole entfernen, dem ungleichartig elektrischen nähern, bis zur Herstellung einer neuen Gleichgewichtslage, oder selbst bis zum Anschlagen an dem Polende. Die Größe und Schnelligkeit dieser Bewegung gewährt ein oberflächliches Urtheil über die Stärke der mitgetheilten Electricität und die Richtung des Weges zeigt die Qualität derselben an. Soll das Blättchen genau in der Mitte zwischen beiden Polen hängen, so ist es nothwendig, dass beide stets mit Electricität von gleicher absoluter Dichtigkeit behaftet bleiben. Zu diesem Zwecke befindet sich in der Mitte des Glaszylinders eine Oeffnung, durch welche ein Messingdraht bis zu dem Mittelpunkt der Säule eindringt. Das äußere Ende desselben ist mit einem kleinen, aus dem Holzkasten isolirt hervorstehenden Knopfe versehen.

¹⁾ In Betreff des Henley'schen Elektrometers s. Elektrisirmaschine.

So oft letzterer mit dem Finger berührt wird, erhalten beide Pole eine elektrische Ladung von gleicher absoluter Dichtigkeit.

Die besten Elektroskope mit trockener Säule besitzen einen so hohen Grad der Empfindlichkeit, dass wenn man an dem oberen Drahtende eine dreizöllige ebengeschliffene Kupferplatte anschraubt, auf diese eine ähnliche Zinkplatte setzt und dann wieder abhebt, das Goldblättchen sich dem positiven Pole bis zum Anschlagen nähert, selbst wenn der Abstand beider Polscheibchen 12 Linien beträgt.

B.

Elemente (chemische), Grundstoffe, Urstoffe, heißen die chemisch unzerlegbaren, aus ihren Verbindungen abscheidbaren Stoffe, welche unsern Planeten zusammensetzen. Die Zahl der gegenwärtig bekannten Grundstoffe beträgt 59; sie heißen:

Aluminium, Antimon, Arsenik, Baryum, Beryllium, Blei, Bor, Brom, Cadmium, Calcium, Cer, Chlor, Chrom, Didym, Eisen, Fluor, Gold, Jod, Iridium, Kalium, Kobalt, Kohle, Kupfer, Lanthan, Lithium, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Nickel, Niobium, Osmium, Palladium, Pelopium, Phosphor, Platin, Quecksilber, Rhodium, Ruthenium, Sauerstoff, Schwefel, Selen, Silber, Silicium, Stickstoff, Strontium, Tantal, Tellur, Thorium, Titan, Uran, Vanadium, Wasserstoff, Wismuth, Wolfram, Yttrium, Zink, Zinn, Zirconium.

Jene Elemente bilden die Grundlage der heutigen Chemie, und sind größtentheils das unmittelbare Ergebniss der experimentellen Forschungen des letzten Jahrhunderts. Je weniger man zur Erkenntniss derselben auf einem anderen Wege als durch das Experiment gelangen kann, um so begreiflicher ist es, dass in demjenigen Zeitalter der Naturforschung, wo die bloße Speculation als die einzige sichere Methode galt, nicht eins der heutigen Elemente als solches erkannt worden ist, und dass überhaupt die Vorstellungen von dem, was man als Grundstoffe zu betrachten habe, ebenso sehr von einander abweichen, als sie an und für sich unklar und unfruchtbar gewesen sind.

Die bekannten Elemente des Aristoteles, Feuer, Wasser, Luft, Erde, denen die Ansicht zu Grunde lag, dass es unter den sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften der Materie gewisse Grundeigenschaften gebe, welche vorzugsweise das Wesen der Materie bedingen, galten eben nur als Repräsentanten dieser Grundeigenschaften, ohne dass dabei die Möglichkeit einer chemischen Zerlegung überhaupt in Betracht kam. Von ebenso geringer Bedeutung für die Fortbildung der Wissenschaft sind diejenigen Ansichten gewesen, welche das spätere Zeitalter der Alchemie und medicinischen Chemie hervorgerufen hat. Es ist begreiflich, dass eine chemische Theorie, welche Schwefel, Quecksilber und Salz als die Elemente der Körperwelt hinstellte, und auf der Metallverwandlung als einer erfahrungsmäßig begründeten Thatsache fußte, keine Früchte tragen konnte. Erst Boyle legte um die Mitte des 17ten Jahrhunderts den Grund zu einer wissenschaftlicheren Behandlung der Chemie. Indem er die Methode des Aristoteles, von allgemeineren Begriffen durch Speculation zur Erkenntniss der einzelnen Thatsachen zu gelangen, bekämpfte, und auf gleiche Weise die Elemente der Alchemisten als unhaltbar verwarf, bezeichnete er die Beobachtung und das Experiment als die einzige sichere Grundlage zu einer richtigen Erkenntniss der elementaren Zusammensetzung der Körperwelt. Obschon diejenigen Stoffe, welche er und seine nächsten Nachfolger als einfache

ansahen, späterhin größtentheils als noch zusammengesetzte erkannt worden sind, so folgte er doch demselben Princip, welches noch jetzt Geltung hat, nämlich die aus ihren Verbindungen abscheidbaren Körper so lange als einfache Stoffe zu betrachten, als sie nicht weiter in einfachere Bestandtheile zerlegt werden.

Ob die 59 Stoffe, welche gegenwärtig für die Elemente unserer Erde gehalten werden, wirklich einfache Stoffe sind, oder ob sie künftig noch einer weiteren Zerlegung unterworfen seyn werden, liegt außer dem Bereich unseres Wissens. Kann auch die Möglichkeit eines solchen Fortschritts der Chemie nicht in Abrede gestellt werden, so sprechen wenigstens keine Thatsachen überzeugend genug, um die Zusammengesetztheit des einen Elements wahrscheinlicher zu machen, als sie bei den übrigen vorausgesetzt werden darf. Wenn der Indifferentismus des Stickstoffs eine Zeit lang an der Einfachheit desselben zweifeln liefs, so ist dieser Zweifel wenigstens von dieser Seite her als ein unbegründeter anzusehen, seitdem neuere Untersuchungen gezeigt haben, dass er sich unmittelbar mit Kohle zu Cyan vereinigt.

Mit etwas größerer Sicherheit lässt sich die Frage verneinend beantworten, ob wir schon jetzt alle unsern Planeten constituirenden Grundstoffe kennen gelernt haben. Denn abgesehen davon, dass noch fast jedes Jahr die Entdeckung eines neuen Elements gebracht hat, reicht schon eine einfache Vergleichung der geringen Tiefe, bis zu welcher man in die äußerste Erdrinde eingedrungen ist, mit dem unendlich mal größeren unbekanntem Kerne hin, um der Vermuthung, dass in dieser der Untersuchung unzugänglichen Erdmasse noch viele Elementarbestandtheile, namentlich mit sehr hohem specifischen Gewichte angehäuft liegen mögen, von denen keins jemals bis zur Oberfläche gelangt ist, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu ertheilen, eine Vermuthung, welche durch das locale und an gewisse Gebirgsformationen gebundene Vorkommen mehrerer der bekannten Elemente sehr unterstützt wird.

Von den genannten Elementen nehmen nur wenige, wie das Silicium, Aluminium, Calcium, Kalium, Sauerstoff u. a. an der Constitution der Hauptgebirgsmassen der Erdoberfläche Theil; die meisten gehören zu den seltneren, wenig verbreiteten, und einige derselben, wie Thorium, Zirconium, Pelopium etc. werden so selten angetroffen, dass kaum ihre Haupteigenschaften bekannt sind.

Die Eigenschaft der Metalle, den nach ihnen sogenannten Metallglanz zu verbreiten, und gute Leiter der Wärme und Elektrizität zu seyn, hat zu einer Eintheilung der Elemente in Metalle und Metalloide (Nicht-Metalle), denen jene Eigenschaft fehlen, Veranlassung gegeben. (Vor der Entdeckung der Alkali-Metalle galt außerdem noch das hohe specifische Gewicht für ein charakteristisches Kennzeichen der ersteren.) Abgesehen davon, dass dieser Classification blofs physikalische Merkmale zum Grunde liegen, entspricht sie auch darum nicht ganz den Anforderungen eines chemischen Systems, weil sie Körper, wie Schwefel, Selen und Tellur, u. a., welche sich durch die Aehnlichkeit ihres chemischen Verhaltens eng an einander anschließen, von einander trennt. (Vergl. Metalle, Metalloide.)

Eine naturgemäfsere und dem Princip des chemischen Lehrgebäudes entsprechendere Eintheilung möchte diejenige seyn, welche die einzelnen chemisch verwandten Stoffe in Gruppen zusammenstellt. Indem man

dabei die Gruppen möglichst nach dem elektrochemischen Systeme ordnet, entsteht folgende Reihe:

Sauerstoff.	Pelopium.	Zirconium.
Schwefel.	Niobium.	Thorium.
Selen.	Tantal.	Aluminium.
Tellur.	Titan.	Beryllium.
		Yttrium.
Fluor.	Osmium.	Cerium.
Chlor.	Gold.	Lanthan.
Brom.	Iridium.	Didym.
Jod.	Platin.	
	Rhutenium.	Baryum.
Stickstoff.		Strontium.
Phosphor.	Rhodium.	Calcium.
Arsenik.	Palladium.	Magnesium.
Antimon.	Silber.	Lithium.
	Quecksilber.	Natrium.
Kohlenstoff.	Kupfer.	Kalium.
Bor.	Wismuth.	
Silicium.	Blei.	Wasserstoff.
Chrom.	Uran.	
Vanadin.	Mangan.	
Molybdän.	Kobalt.	
Wolfram.	Nickel.	
	Eisen.	
	Zinn.	
	Kadmium.	
	Zink.	

K.

Elemi, gummi oder *resina Elemi*. Von diesem Harze, das zu Firnissen und in der Heilkunde angewendet wird, giebt es zwei Sorten, das gemeine oder westindische Elemi, das wahrscheinlich von einer *leuca*-Art abstammt, und nach gemachten Einschnitten aus den Bäumen ausfließt, und das ostindische, welches von *Balsamodendron zeylanicum Kunth.* abgeleitet wird. Letzteres gilt für vorzüglicher, kommt aber selten mehr im Handel vor; beide Sorten sind übrigens im Aeußern sehr ähnlich. Das Elemiharz kommt gewöhnlich in durchscheinenden, fettglänzenden, meistens in Palmblätter eingewickelten Massen von gelber Farbe und 1,08 specif. Gew. vor. Im frischen Zustande ist es ziemlich weich, wird aber nach und nach härter. Es ist leicht schmelzbar, hat einen balsamisch bitteren Geschmack und eigenthümlichen gewürzhaften Geruch. Es leuchtet im Dunkeln, wenn es gerieben oder erwärmt wird. Nach *Bonastre* enthält das Elemi 0,6 eines in Weingeist leicht auflöselichen, sauer reagirenden Harzes; 0,24 eines krystallisirbaren schwer löslichen Harzes; 0,125 ätherisches Oel; 0,02 bittere extractförmige Materie und 0,015 fremde Einnengungen. Beim Destilliren der Alkohol-Lösung des Elemi ging außerdem ein in farblosen Blättchen krystallisirender Körper von süßlichem Geschmack und saurer Reaction mit über. Nach *Vogel* reagirt auch die wässrige Abkochung des Elemi schwach sauer. Der Gehalt des Elemi an ätherischem Oel ist je nach seinem Alter sehr veränderlich; *Stenhouse* fand davon in einem Elemi nur $3\frac{1}{2}$ Proc.

Das krystallisirbare Elemiharz wird nach H. Rose rein erhalten, indem man mit kaltem Weingeist ausgezogenes Elemi in kochendem Alkohol auflöst, woraus es sich beim Erkalten in vollkommen weissen kleinen, der Form nach nicht näher bestimmbar Krystallen abscheidet. Es ist bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich schwer löslich in Alkohol. Die Auflösung ist neutral und wird durch Metallsalze nicht gefällt, aber durch Ammoniak in eine weisse, nicht sehr consistente Gallerte verwandelt. Das auf angegebene Weise erhaltene Harz hat nach Hess und Marchand die Zusammensetzung: $C_{30}H_{66}O$, welche Formel mit der von Laurent für das krystallisirbare Anime-Harz aufgestellten, sowie mit der von Dumas für das Harz aus der Wurzel des Theerbaums (*l'arbre à brai*) gefundenen übereinstimmt. Rose's Analysen stimmen indessen zum Theil besser mit der Formel: $C_{40}H_{88}O$, und es ist sonach noch ungewiss, welche von beiden die richtige ist.

Wird die Alkoholauflösung dieses Harzes im luftleeren Raume oder in sehr gelinder Wärme verdunstet, so scheidet sich neben unverändertem krystallinischen Harze auch ein Harz in amorphen glasartigen, weissen oder gelblichen Massen ab, welches von ersterem mit unbewaffnetem Auge oft nicht unterschieden, und davon nicht vollständig getrennt werden kann. Die Zusammensetzung des so erhaltenen Harzes ist von der obigen verschieden und dieses um so mehr, je mehr von der amorphen Modification es enthält. Es zeigt, bei $+ 100^{\circ}$ getrocknet, einen geringern Kohlenstoff- und einen grössern Sauerstoff-Gehalt und seine Zusammensetzung ist so, wie wenn man zu einer der obigen Formeln Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnisse, worin sie Wasser bilden, in verschiedener Menge hinzuaddirt. Es scheint demnach, dass dieses Harz beim Verdunsten seiner weingeistigen Auflösung Wasser oder dessen Elemente aufnimmt. Das andere im Elemi enthaltene und daraus durch Digestion mit sehr wasserhaltigem Weingeist und Erkalten des Auszuges dargestellte Harz hat eine der des glasigen Harzes analoge Zusammensetzung: es enthält 76,80 Kohlenstoff, 11,89 Wasserstoff und 11,31 Sauerstoff (H. Rose)¹⁾.

Schn.

Elemi. Ein von Baup aus dem Elemi ausgeschiedenes Harz, welches wahrscheinlich mit dem von Rose untersuchten (s. Elemi) identisch ist, welches aber nach Baup glänzende, rhombische, mit zwei Flächen zugespitzte Säulen bildet.

Schn.

Elemiöl. Formel: C_8H_8 (Stenhouse, Deville). Das im Elemi enthaltene und daraus durch Destillation mit Wasser abzuschneidende ätherische Oel ist durchsichtig und ungefärbt, von angenehmem Elemigeruch und scharfem Geschmack. Es ist unlöslich in Wasser; in wasserhaltigem Weingeist löst es sich wenig, in Alkohol und Aether leicht auf. Specif. Gew. 0,852 bei $+ 24^{\circ}$ (Stenhouse); nach Deville dagegen ist es = 0,849 bei $+ 11^{\circ},5$. Es siedet bei $+ 166^{\circ}$ nach Stenhouse, bei $+ 174^{\circ}$ nach Deville. Es ist brennbar mit leuchtender rufsender Flamme. Sein Lichtbrechungsvermögen ist dem des Terpenthinöls gleich; es lenkt den Lichtstrahl auf der Polarisations-Ebene nach links ab und sein Rotationsvermögen ist auf eine Länge von 100 Millim. = 90,3. Durch Hineinleiten von Chlorwas-

¹⁾ Pogg. Ann. Bd. XLVIII. und LIII.

serstoffgas bilden sich eine flüssige und eine starre Verbindung, beide nach der Formel: $C_{10}H_{16} + H_2Cl_2$ zusammengesetzt. Die starre Verbindung zeigt kein Rotationsvermögen (Deville). Schn.

Elephantenläuse. Unter diesem Namen findet man in den Apotheken die Früchte zweier Bäume, die jedoch nur noch als sympathetisches Mittel angewendet werden. Die westindischen Elephantenläuse kommen von *Anacardium occidentale* L., sind niereenförmige, etwa 1 Zoll lange Nüsse, mit öligem, süßem Kern der essbar ist und wie die Mandeln benutzt wird. Zwischen ihrer äußeren und inneren Schale findet sich ein scharlachrother ätzend-scharfer Saft, der als blasenziehendes Mittel angewendet werden kann. Er enthält unter Anderem Gerbsäure, Gallussäure, Gummi und Harz.

Die ostindischen Elephantenläuse, von *Semecarpus Anacardium* L., sind herzförmig-eirunde, platte, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll lange Nüsse, mit ölig mildem Kerne. Die zellige Schale enthält einen öligen, ätzend-scharfen Saft, der an der Luft schwarz wird und auf Leinwand und Baumwolle unvertilgbare Flecke macht, weshalb er zum Zeichnen der Zeuge dient. Er hat in dieser Hinsicht Aehnlichkeit mit dem Saft des Sumachs (*Rhus radicans*). S.

Elfenbein ist die Substanz der Stofszähne des Elefanten. Im weiteren Sinn wird jedoch auch die Masse der übrigen Elephantenzähne, der Zähne des Wallrosses, des Narwalls und anderer Thiere mit diesem Namen belegt und als Elfenbein verarbeitet. Auch die fossilen Elephantenzähne werden, wenn sie noch gut erhalten sind, als Elfenbein benutzt. Ueber die Bestandtheile des Elfenbeins und der Zähne überhaupt s. d. Art. Zähne. Schn.

Elfenbeingelb. Eine von Robert in Sévres erfundene Porcellanfarbe, welche nach der Analyse von Salvétat aus 19,22 Kieselsäure, 57,04 Bleioxyd, 3,08 Natron, 0,44 Kali, 7,09 Borsäure, 6,12 Eisenoxyd, 2,99 Zinkoxyd, und 3,41 Antimonsäure besteht ¹⁾. Schn.

Elfenbein, schwarzgebranntes, s. Beinschwarz.

Elfenbein, vegetabilisches. — Die Cotyledonen in den Fruchtknoten von *Phytelephas macrocarpa*, einer südamerikanischen, den Palmen verwandten Pflanze, bilden beim Reifen einen weißen harten Körper, der wegen seiner Härte und Politurfähigkeit den Namen vegetabilisches Elfenbein erhalten hat, und mehrfache Anwendung zu Drechslerarbeiten gestattet. Es besteht nach Arthur Connell in 100 Theilen aus: Gummi 6,73; Legumin 3,80; Albumin 0,42; fettes Oel 0,73; Asche 0,61; Wasser 9,37; Cellulose 81,34.

v. Baumhauer ²⁾ hat daraus durch abwechselndes Behandeln mit Kalilauge, Alkohol, Aether und Essigsäure die Cellulose im möglichst reinen Zustande dargestellt und analysirt. Seine Resultate stimmen mit den von Payen und Fromberg angestellten Analysen des Pflanzenzellgewebes nahe überein. K.

Elixir. Elixir. Die ursprüngliche Bedeutung dieses Wortes ist bereits in dem Artikel Alchemie, Bd. I, S. 180, angegeben worden. Man wird daraus leicht erkennen, wie die derselben zu Grunde liegen-

¹⁾ Ann. de Chim. et de Ph. III. Sér. XV. p. 120.

²⁾ Scheikond. Onderzoek. II. p. 62.

den mysteriösen Ideen sehr bald die Erfindung einer großen Anzahl von flüssigen, aus den verschiedenartigsten, meist organischen Stoffen zusammengesetzten Arzneien hervorrief und für diese den allgemeinen Namen Elixir veranlasste. Aber ganz im Sinne der Alchemie hielten die Erfinder die Bereitung ihrer Fabricate geheim und sie verbreiteten davon ungewöhnliche, mit unseren jetzigen Ansichten unvereinbare Eigenschaften und Wirkungen. Bei der damaligen Leichtgläubigkeit gelang es ihnen, das Publicum zu täuschen und mit ihren, nach den fälschlich beilegelegten Wirkungen speciell bezeichneten Elixiren sehr lucrative Geschäfte zu treiben. Daher machen gerade die Elixire einen großen Theil von den Arzneien aus, womit in früheren Zeiten ein grenzenloser Betrug getrieben wurde, der auch noch jetzt nicht als ganz unterdrückt angesehen werden kann.

Da die Bestandtheile derselben größtentheils organische und diese oft sehr zahlreich waren, so würde die Natur der Elixire und die Bedeutung derselben als Arzneiformen im Sinne der jetzigen Zeit nicht so bald erkannt worden seyn, wenn nicht die Bereitung derselben von Zeit zu Zeit verrathen und öffentlich mitgetheilt worden wäre. Man erkannte darin beachtenswerthe Arzneiformen, und Aerzte und Pharmaceuten bemüheten sich dann, zweckmäßigere Gemische nach denselben Principien zusammensetzen, wofür sie den allgemeinen Namen *Elixirium* beibehielten und diesem bald nach den wichtigsten Bestandtheilen, bald nach den Wirkungen gewählte Trivialnamen hinzufügten. Solche Zusammensetzungen fanden allmählig bei Aerzten eine allgemeine Anerkennung, so dass sie von Pharmacopoen aufgenommen wurden und ältere Pharmacopoen und Dispensatorien eine nicht unbedeutende Anzahl davon enthalten, die aber in neueren Büchern der Art sehr beschränkt und zum Theil in der Zusammensetzung sehr verändert worden ist, indem man als überflüssig erachtete Stoffe weggelassen und häufig dafür andere dem Zweck entsprechendere hinzugefügt hat.

Es ist schwer, mit wenig Worten einen allgemeinen Begriff von der Natur dieser Elixire zu geben und diese dadurch von Essenzen und Tincturen zu unterscheiden. Allerdings sind diese im eigentlichen Sinne des Wortes die Lösungen der löslichen Bestandtheile aus nur einer Substanz, erhalten durch Ausziehen daraus mit Weingeist, Wein, Wasser u. s. w., während das Wort Elixir nur dann in Anwendung kommt, wenn mit denselben Flüssigkeiten mehrere Substanzen auf ein Mal extrahirt und dadurch Lösungen von zahlreicheren Stoffen erhalten worden sind. Aber dadurch unterscheidet sich ein Theil der Elixire nicht wesentlich von zusammengesetzten Tincturen und Essenzen, wiewohl man die Auszüge nur dann so zu nennen pflegt, wenn sie klar sind und in Folge einer größeren Quantität von dem Lösungsmittel eine hellere Farbe haben, aber Elixire, wenn sie concentrirter sind, eine dunklere Farbe und trübe oder bei der Aufbewahrung sich leicht trübende Beschaffenheit haben. Inzwischen wird die größere Anzahl der Elixire von Lösungen und Extracten, Salzen, ätherischen Oelen u. s. w. in einfachen, meistens aber zusammengesetzten Tincturen ausgemacht, und haben diese eben dadurch eine sehr dunkle, oft fast schwarze, stets trübe Beschaffenheit. Einige Elixire sind auch bloße Gemische von flüssigen Arzneikörpern, welche ein klares und klar bleibendes, gewöhnlich aber in Folge wechselseitiger Veränderung ein trübes oder doch bald nachher trübe werdendes Gemische geben.

Im Allgemeinen sind daher Elixire flüssige, meistens trübe, oder nach neueren Vorschriften durch Filtration geklärte und dunkel gefärbte Arzneiformen, zusammengesetzt aus den verschiedenartigsten, oft sehr vielen, zuweilen durch die Vermischung bald mehr, bald weniger veränderter Arzneikörper, wie dies am besten erkannt wird, wenn hier Vorschriften für einige, verschiedene, noch von neueren Pharmacopöen beibehaltenen Elixiren mitgetheilt werden:

Elixir acidum Halleri. Ein Gemisch von gleichen Theilen Alkohol und Schwefelsäure. Enthält demnach, s. Bd. I, S. 209, unveränderten Alkohol und Schwefelsäure und aus beiden neu gebildetes schwefelsaures Aethoxyd-Wasser = $\text{ÄeS} + \text{H}\ddot{\text{S}}$ oder die sogenannte Schwefelweinsäure. Es ist klar und farblos. Hat in neueren Pharmacopöen den Namen *Mixtura sulphurico-acida* erhalten.

Elixir ad longam vitam. Lebenselixir. Nach der neuesten Preussischen Pharmacopoe werden 10 Drachmen Aloë, Lärchenschwamm, Rhabarber, Zittwer, Enzian, Galgant, Myrrhe und Theriak, von jedem 8 Scrupel und außerdem 2 Scrupel Safran und 4 Unzen Zucker zugleich mit 4 Pfund Franzbranntwein durch Digestion ausgezogen, die gebildete Lösung ausgepresst und filtrirt. Sie ist schwarzbraun und klar.

Elixir Aurantium compositum. Nach der Pharm. Hann. werden 4 Unzen Pomeranzenschalen, 2 Unzen unreife Pomeranzen, 2 Unzen Zimmtcassie und 1 Unze kohlen-saures Kali mit 4 Pfund Malaga ausgezogen und in der erhaltenen Tinctur die Extracte von Wermuth, Cascarille, Enzian und Bitterklee zu 1 Unze eines jeden aufgelöst und das schwarzbraune trübe Liquidum mit 2 Drachmen Citronenöl und 2 Unzen Hoffmanns-Tropfen vermischt.

Elixir viscerale Hoffmanni. Man löst nach der Pharm. Hann. die Extracte von Cardobenedict, Cascarille, Tausendgüldenkraut, Enzian und Myrrhe zu 2 Drachmen eines jeden in 8 Unzen Pomeranzenrinden-Tinctur und 2 Pfund Malaga auf.

Elixir viscerale Kleinii ist dasselbe Elixir, aber vermischt noch mit $\frac{1}{2}$ Unze essigsauerm Kali.

Elixir e succo Liquiritiae s. *Elixir pectorale Regis Daniae.* Man löst 2 Unzen Lakritzensaft in 6 Unzen Fenchelwasser auf und vermischt die Lösung mit 2 Unzen Liquor Ammonii anisatus.

Elixir vitrioli Mynsichti s. *Tinctura aromatica acida.* Man vermischt 24 Theile Tinctura aromatica mit 1 Theil Schwefelsäure.

Elixir roborans Whyttii s. *Tinctura Chinae composita.* Man extrahirt 4 Unzen braune Chinarinde, $1\frac{1}{2}$ Unze Pomeranzenschalen und $1\frac{1}{2}$ Unze Enzian mit 4 Pfund Franzbranntwein und filtrirt die durch 6tägige Digestion gebildete Lösung.

Elixir Proprietatis Paracelsi. Nach der Pharm. Bor. werden 2 Unzen Aloë, 2 Unzen Myrrhe, 1 Unze Safran mit 2 Pfund Weingeist und 2 Unzen verdünnter Schwefelsäure übergossen, und die nach 4tägiger Digestion gebildete Lösung filtrirt. Wrs.

Elixivatio, Auslaugung, ist eine pharmaceutische oder technische Operation, durch welche der lösliche Theil irgend eines Gemenges organischer Substanzen durch ein Lösungsmittel zu geeigneter Benutzung entzogen wird. Diese Operation heißt Aussüßsen oder Auswaschung, wenn nicht die Auflösung, sondern der ungelöst bleibende Rückstand benutzt wird. Auf die Erschöpfung organischer Sub-

stanzen angewendet, nennt man dieses Verfahren Ausziehung (*Extractio*). Die wesentlichsten der bei der Auslaugung zu erfüllenden Bedingungen sind: die auszulaugende Substanz muss möglichst gleichförmig in den Zustand versetzt seyn, dass sie von dem Lösungsmittel auf das Leichteste angegriffen wird, das Eindringen des Lösungsmittels muss gleichförmig in horizontaler Richtung von oben nach unten geschehen, die zuerst ablaufenden Lösungen müssen, wenn sie noch nicht vollständig gesättigt sind, aufs Neue über die auszulaugende Substanz gegossen und die zuletzt ablaufenden, schwachen Lösungen bei künftigen Operationen derselben Art anstatt des reinen Lösungsmittels angewendet werden. Man erhält auf diese Weise möglichst concentrirte Lösungen (Laugen), die, falls sie zur Trockniss verdampft werden müssen, verhältnissmäßig wenig Brennmaterial erfordern. — Das Auslaugen kommt in Anwendung bei der Bereitung der Seife, der Pottasche, des Salpeters u. a. m. — S.

Ellagsäure. (*Acid. ellagicum*. Bezoarsäure). Sie wurde zuerst von Chevreul¹⁾ beobachtet und später von Braconnot sowie von Pelouze²⁾ untersucht. Braconnot gab ihr den Namen Ellagsäure, gebildet durch Umkehrung des Wortes Galle (Gallapfel). Nach Grischow kommt sie in den Wurzeln von *Tormentilla erecta* fertig gebildet vor und Wöhler und Merklein fanden eine Art der Bezoare daraus bestehend. — Schon Taylor hatte vermuthet, dass die in diesen Bezoaren enthaltene Säure Ellagsäure sey. Lipowitz hatte sie für eine eigenthümliche Säure gehalten und Bezoarsäure genannt. Wöhler und Merklein³⁾, die diesen Namen beizubehalten vorschlugen, wiesen ihre Identität mit der Ellagsäure nach, berichtigten die früher von Pelouze aufgestellte Formel und unterwarfen sie einer ausführlicheren Untersuchung.

Nach ihnen ist die Formel für die wasserfreie Säure in den Salzen $= C^{14}H^2O^7 = \bar{E}l$.

Zusammensetzung

		in 100 Thln.
14 Aeq. Kohlenstoff . .	1051,68 . .	59,195
2 » Wasserstoff . .	24,96 . .	1,405
7 » Sauerstoff . .	700,00 . .	39,400
1 At. wasserfr. Ellagsäure	1776,64 . .	100,000

Die bei 120° C. getrocknete Säure enthält noch 1 At. Wasser, welches nur durch Basen abscheidbar ist, ihre Formel ist $= \bar{H}\bar{E}l$ und ihr Wassergehalt 5,954 Proc. Die krystallisirte Säure enthält ausserdem 2 At. Krystallwasser $= \bar{H}\bar{E}l + 2\bar{H}$, dies beträgt 10,64 Proc.; es entweicht schon bei 100° — 120°, doch nimmt die Säure, wenn sie nicht höher erhitzt wurde, dieses allmählig aus der Luft wieder auf, wurde sie bis zu 200° erhitzt, so hat sie dies Vermögen verloren.

Die Ellagsäure bildet sich zugleich mit der Gallussäure, wenn eine Galläpfelinfusion der Luft ausgesetzt wird; sie findet sich in dem unlöslichen Rückstande, aus welchem die Gallussäure durch kochendes Wasser ausgezogen wurde. Man erhält sie auf diese Weise nur in geringer Menge. Nach Braconnot wird die Ausbeute etwas grösser, wenn ge-

¹⁾ Ann. de Chim. et de Phys. T. IX. p. 329. ²⁾ Ann. de Chim. et de Phys. T. LIV. p. 337. ³⁾ Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LV. S. 129.

pulverte Galläpfel mit sehr wenig Wasser vermischt und, um das Eintrocknen zu verhüten, bedeckt an einen warmen Ort gestellt werden. Das Gemisch geräth in Gährung und es entwickelt sich Kohlensäure und ein weinartiger Geruch. Nach beendigter Gährung wird die Flüssigkeit ausgepresst, sie enthält unzerstörte Gerbsäure und ein wenig bei der Gährung gebildeten Alkohol. Der Rückstand wird mit kochendem Wasser angerührt und auf ein leinenes Seihetuch gebracht. Es geht eine trübe Lösung von Gallussäure durch, welche in der Nähe eine gelbweiße, der Stärke ähnliche Substanz absetzt. Diese ist unreine Ellagsäure, sie wird auf einem Filter gesammelt, mit kochendem Wasser gewaschen, in einer schwachen Kalilauge gelöst und durch Salzsäure gefällt, wobei man sie als weißes Pulver mit einem Stich ins Gelbe erhält.

Die Bezoare, welche aus Ellagsäure bestehen und die eigentlichen orientalischen Bezoare ausmachen, haben eine dunkel olivengrüne, zuweilen auch bräunliche oder marmorirte Farbe und meist eine ei- oder nierenförmige Gestalt. Sie haben einige Aehnlichkeit mit denen, welche aus Lithofellinsäure bestehen, doch sind sie leicht dadurch zu unterscheiden, dass ein Stückchen Lithofellinsäure-Concretion leicht schmilzt, während Ellagsäure nicht schmilzt, sondern verkohlt und sich dabei mit glänzenden gelben Krystallen belegt.

Um aus den orientalischen Bezoaren reine Ellagsäure zu erhalten, befreit man sie von der Kernmasse, zerreibt sie zu feinem Pulver und übergießt dies in einem luftdicht schließenden Gefäße mit einer mäfsig starken Lösung von Kalihydrat. Das Gefäß wird bewegt, bis die Auflösung des Pulvers erfolgt ist; es muss ganz von dem Gemisch angefüllt seyn und die Kalimenge muss man so zu treffen suchen, dass weder ellagsaures Kali ungelöst sich absetzt, noch ein zu großer Kaliüberschuss bleibt. Ebenso wenig darf man Wärme anwenden oder die Lösung zu lange stehen lassen, indem in allen diesen Fällen, vorzüglich bei Gegenwart von Luft eine schnell fortschreitende Zerstörung der Säure eintritt. Die Lösung hat eine tief safrangelbe Farbe. Nachdem sie sich geklärt hat, lässt man sie mittelst eines mit Wasser gefüllten Hebbers in ein bereits mit Kohlensäure gefülltes Gefäß ruhig abfließen und leitet sogleich einen raschen Strom von gewaschenem Kohlensäuregas hinein. In dem Maasse, wie sich das überschüssige Kali mit Kohlensäure sättigt, schlägt sich neutrales ellagsaures Kali in Gestalt eines weissen Pulvers nieder; doch hat das, welches sich zuletzt abscheidet und am längsten der verändernden Einwirkung der Luft ausgesetzt war, eine grünlich graue Farbe. Es wird abfiltrirt, einige Male mit kaltem, luftfreiem Wasser gewaschen und zwischen Löschpapier ausgepresst.

Die ablaufende gefärbte Flüssigkeit enthält noch etwas Ellagsäure aufgelöst, die sogleich mit Salzsäure ausgefällt wird. Sie ist braun gefärbt, kann aber durch Wiederholung des obigen Verfahrens gereinigt werden.

Das gewaschene Kalisalz wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Man löst es in ausgekochtem, fast siedendem Wasser und filtrirt die grünbraune Lösung. Hierbei bleibt oft ein schweres gelbes oder blassgrünes Pulver ungelöst; es ist ellagsaures Kali, welches beim Erhitzen sein Wasser verloren hat. Durch eine neue Portion warmen Wassers wird es langsam aber vollständig gelöst. Beim Erkalten der Lösung scheidet sich das Kalisalz in voluminösen, fein krystallinischen Massen aus, jedoch so langsam, dass mehrere Tage hierzu erforderlich sind. Das an-

geschossene Salz wird mit kaltem, luftfreiem Wasser gewaschen, ausgepresst und im luftleeren Raume getrocknet.

Zur Abscheidung der Säure wird dieses Salz wiederum in heissem Wasser gelöst und die Lösung unter stetem Umrühren in schwache Salzsäure gegossen, welche in geringem Ueberschuss vorhanden seyn muss. Die gefällte Ellagsäure wird abfiltrirt, mit kaltem Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Die reine Ellagsäure ist ein blassgelbes, leichtes Pulver, welches sich bei starker Vergrößerung aus glänzenden, durchsichtigen Prismen bestehend zeigt. Sie besitzt weder Geruch, noch Geschmack und hat 1,667 spec. Gewicht bei $+ 18^{\circ}$ C. In höherer Temperatur verkohlt sie, ohne vorher zu schmelzen, ein Theil aber entgeht der Zersetzung und setzt sich in Gestalt freier schwefelgelber Krystalle auf der Kohle ab. Erhitzt man die Säure in einem Strome von Kohlensäure, so erhält man etwas mehr von diesen Krystallen, der größte Theil aber wird auch hierbei zersetzt. Sie ist fast, jedoch dicht völlig unlöslich in Wasser; von Alkohol wird sie in geringer Menge mit blassgelber Farbe gelöst, die Lösung röthet schwach das Lackmuspapier. In Aether ist sie unlöslich. Mit concentrirter Schwefelsäure übergossen wird die Ellagsäure, wie es scheint durch Wasserentziehung, citronengelb und löst sich bei gelinder Erwärmung vollständig und mit gelber Farbe darin auf. Durch Wasser wird sie unverändert wieder abgeschieden und lässt man die Schwefelsäure Feuchtigkeit aus der Luft anziehen, so scheidet sich die Ellagsäure allmählig in langen, feinen, fast farblosen Prismen daraus ab.

Von Salpetersäure wird sie schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzt, es entsteht zuerst eine blutrothe Flüssigkeit und beim Erhitzen bildet sich unter Entwicklung von Stickoxydgas Oxalsäure.

Von Kali wird sie mit intensiv safrangelber Farbe gelöst; in Berührung mit Luft wird die Lösung sogleich tief rothgelb, oft fast blutroth, nach einiger Zeit aber wieder heller und bei einer gewissen Concentration bilden sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwarze, im Durchsehen dunkelblaue Krystalle von einem Kalisalz einer neu gebildeten Säure, der Glaukomelansäure (s. diese). Meist aber wird diese sogleich weiter verändert, die Flüssigkeit wird braun und das Kali findet sich dann mit Kohlensäure, Oxalsäure und einer anderen noch nicht näher untersuchten Säure verbunden. Dieselbe Säure scheint gebildet zu werden, wenn Ellagsäure mit einer Lösung von Jodsäure erwärmt wird, es findet dabei eine lebhaftere Kohlensäureentwicklung und eine reichliche Abscheidung von Jod Statt.

Zu Eisenoxydsalzen verhält sich die Ellagsäure ähnlich wie Gerbsäure und Gallussäure, sie reducirt dieselben zu Eisenoxyd-Oxydulsalzen und bildet mit diesen eine schwarzblaue Verbindung.

Die Bildungsweise der Ellagsäure durch Verwandlung der Gallusgerbsäure ist noch nicht näher bekannt. Sie kann aus 1 At. derselben $= C^{18}H^6O^9$ entstehen durch Aufnahme von 10 At. Sauerstoff und Abgabe von 4 At. Kohlensäure und 4 At. Wasser. — Von 2 At. wasserfreier Gallussäure $= C^{14}H^2O^6$ unterscheidet sie sich in der Zusammensetzung nur durch 1 At. Sauerstoff, welches die Ellagsäure mehr enthält.

Str.

Ellagsaure Salze. Die Ellagsäure hat wenig Vereinigungsstreben, Aus kohlensaurem Kali nimmt sie Kali auf, bei gleichzeitiger Bildung von

zweifach-kohlensaurem Salz, welches sie nicht zu zersetzen vermag. Aus kohlensauren Erden treibt sie nicht die Kohlensäure aus. Sie bildet Salze von verschiedenen Sättigungsstufen und selbst mit Alkalien solche, die mehr als ein Atom Basis enthalten.

Ellagsaures Kali. $\bar{K}\bar{E}\bar{l}$. Die Darstellung dieses Salzes wurde schon bei der Bereitung der Ellagsäure aus den Bezoaren angegeben. Es bildet nach dem Trocknen eine sehr lockere, leichte, papierähnliche Masse, die unter dem Mikroskop als eine Verwebung von langen, durchsichtigen, oft fächerförmig vereinigten Prismen erscheint. Es hat eine blassgelbe Farbe, meist aber erhält man es wegen der leichten Veränderlichkeit grünlich grau oder grünlich gelb gefärbt. In kaltem Wasser ist es wenig löslich, weit mehr in heissem, aus dem es sich nach dem Erkalten sehr langsam in krystallinischen Flocken absetzt. Es enthält Krystallwasser, verliert dieses aber so leicht, dass es schon beim Kochen mit seiner gesättigten Lösung wasserfrei und dabei dunkler gelb wird.

Ein basisches Salz erhält man, wenn Ellagsäure oder das neutrale Salz mit einer Lösung von Kali in Alkohol übergossen und damit digerirt wird. Es verwandelt sich dabei sogleich in ein citronengelbes Pulver, welches aus durchsichtigen mikroskopischen Prismen besteht. Es wird, vor Luftzutritt möglichst geschützt, abfiltrirt, mit Alkohol gewaschen, gepresst und im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrocknet. In der Luft wird es sogleich schwarzgrün. In Alkohol ist es unlöslich, von Wasser wird es leicht und mit tief gelber Farbe gelöst. An der Luft erleidet die Lösung die schon angeführte Verwandlung in Glaukomelansäure. Bei der Analyse wurden 34,0 Proc. Kali erhalten, es scheint demnach $3\bar{K} + 2\bar{E}\bar{l}$ zu seyn. Dieser Formel entsprechen 33,2 Proc. Kali.

Ellagsaures Natron. $\bar{N}\bar{a}\bar{E}\bar{l}$. Es wird auf ähnliche Weise wie das Kalisalz erhalten und bildet ein hochgelbes krystallinisches Pulver, welches noch schwerer löslich zu seyn scheint als das Kalisalz. Ein basisches Salz erhält man durch Auflösen von Ellagsäure oder von neutralem Salz in siedender Natronlauge. Beim Erkalten der Lösung scheidet es sich als eine voluminöse, schön citronengelbe Masse von concentrisch strahligen Warzen ab. In Wasser ist es leicht löslich und lässt sich aus siedendem umkrystallisiren; bei Zutritt der Luft aber wird ein großer Theil davon zerstört. Auch das feste Salz wird an der Luft sogleich schwarzgrün.

Ellagsaures Ammoniumoxyd wird erhalten durch Uebergießen der Ellagsäure mit Ammoniak, wobei es ungelöst zurückbleibt. Beim Vermischen einer Lösung von neutralem Kalisalz mit Salmiaklösung fällt es in Gestalt eines hellolivengrünen Niederschlages, ohne dass Ammoniak frei wird. Wird die entwässerte Säure mit trockenem Ammoniakgas behandelt, so absorbiert sie dasselbe unter starker Wärmeentwicklung, indem sie in ein lebhaft grünelbes Pulver verwandelt wird. 0,449 Gm. der Säure gaben 0,508 Gm. Ammoniaksalz, es scheint demnach $2\bar{A}\bar{m} + 3\bar{E}\bar{l}$ zu seyn. Beim Behandeln der leicht entwässerten Säure mit Ammoniakgas scheint neutrales Salz zu entstehen.

Ellagsaure Baryterde bildet sich beim Uebergießen von Ellagsäure mit Barytwasser und bleibt als tief citronengelbes Pulver aufgelöst. Sie ist selbst in heissem Wasser unlöslich und wird an der Luft dunkel pistaziengrün, bei gleichzeitiger Aufnahme von Kohlensäure. Das bei 140°C . getrocknete Salz besteht aus $3\bar{B}\bar{a} + 2\bar{E}\bar{l}$.

Ellagsaure Kalkerde entsteht auf dieselbe Weise wie das Barytsalz und verhält sich diesem ganz ähnlich.

Ellagsaures Eisenoxyd-Oxydul erhält man durch Erwärmen von Ellagsäure mit einer Lösung von Eisenchlorid in Alkohol als aufgequollene tiefblaue Masse, welche nach dem Trocknen schwarz und in Wasser unlöslich ist. Salzsäure nimmt daraus Eisenoxyd-Oxydul auf, während Ellagsäure sich abscheidet. Uebergießt man die Säure mit einer wässrigen Lösung von Eisenchlorid und erwärmt, so wird sie tief grau-grün und bildet zuletzt damit eine undurchsichtige, schwarzblaue, dinte-ähnliche Flüssigkeit, aus der sich nichts abscheidet. Mit schwefliger Säure übergossen gelatinirt sie, wird dann wieder flüssig und entfärbt sich unter Abscheidung einer sehr krystallinischen Ellagsäure.

Ellagsaures Bleioxyd. Ein basisches Salz, Pb^2Ei , wird erhalten, wenn eine Lösung von Ellagsäure in Alkohol mit einer alkoholischen Lösung von essigsauerm Bleioxyd vermischt wird. Es bildet einen gelben amorphen Niederschlag, der beim Trocknen dunkel olivengrün wird. Ein Silbersalz konnte nicht hervorgebracht werden, da die Säure durch das Silberoxyd zersetzt wird. Str.

Email oder Schmelz nennt man die glasartigen Ueberzüge auf Metallarbeiten, welche den letzteren entweder zum Schutze gegen Oxydation oder zur Zierde gereichen sollen. Man unterscheidet ungefärbtes und gefärbtes Email. Das erstere ist rein weiß und undurchsichtig. Es besteht aus einer durchsichtigen Glasmasse, welcher man eine gröfsere oder geringere Menge Zinnoxid zugesetzt hat. Dies Oxyd besitzt bekanntlich die Eigenschaft, mit Kieselerde zu einer undurchsichtigen, weissen Glasmasse zusammenzuschmelzen, was selbst dann nicht verhindert wird, wenn andere Basen zugegen sind, die mit der Kieselerde durchsichtige Gläser bilden, sobald nur die Menge des Zinnoxids hinreichend grofs ist. Anstatt des reinen Zinnoxids, der sogenannten Zinnasche, bedient man sich jedoch häufig eines Gemenges aus Zinnoxid und Bleioxyd, weil dies einerseits leichter zu gewinnen ist, und weil man andererseits den Zusatz des Bleioxyds, wegen erforderlicher Leichtflüssigkeit des Emails, doch nicht entbehren kann. Dies Gemenge der beiden Oxyde verschafft man sich auf die Weise, dass man Zinn mit der gleichen oder mehrfachen Gewichtsmenge Blei legirt, und dann die Legirung anhaltend bis zum dunkeln Rothglühen erhitzt, indem man dafür sorgt, dass ein hinlänglicher Zutritt von atmosphärischer Luft stattfinden kann. Die hierdurch gebildete Oxydschicht muss stets, sobald sie eine zu bedeutende Dicke erreicht, entfernt werden, damit sie der fernern Oxydbildung nicht hinderlich ist. Man fährt auf diese Weise fort, bis alles Metall in Oxyd verwandelt ist; jedoch kann man schwer verhindern, dass nicht einige Metallkörner in dem letztern zurückbleiben, welche man aber leicht durch Zerreiben und Schlämmen abscheiden kann. Das auf diese Weise erhaltene geschlämmte Gemenge von Bleioxyd und Zinnoxid wird nun mit Kieselerde und einer alkalischen Basis zusammengeschmolzen, gewöhnlich aber werden die beiden letzteren zuerst gefrittet, d. h. mit einander bis zu einer beginnenden Schmelzung erhitzt. Die gepulverte Fritte wird dann mit den Oxyden auf das Innigste vermischt, das Gemenge in einem hessischen oder Porzellan-Tiegel abermals gefrittet, darauf gepulvert und nun erst vollständig geschmolzen. Zuweilen, wenn es auf die Gewinnung eines sehr

gleichartigen Emails ankommt, pflegt man diese Schmelzung sogar zweimal vorzunehmen. Was nun die quantitativen Verhältnisse der Compositionen für das weiße Email betrifft, so hat man hierzu sehr verschiedene Vorschriften. Vor allen Dingen kommt es natürlich darauf an, welchen Grad von Leichtflüssigkeit das Email erhalten soll, dann aber auch darauf, wie stark bleioxydhaltig das zu verwendende Zinnoxid ist. Man sieht also ein, dass feste Vorschriften hier nicht zu geben sind; die folgenden mögen daher nur als allgemeine Beispiele gelten:

I.) 4 Thle. bleihaltiges Zinnoxid (aus einer Legirung von 4 Thln. Blei und 1 Thl. Zinn erhalten), 4 Thle. Sand, 1 Thl. Kochsalz; II.) 1 Thl. bleihaltiges Zinnoxid (1 Thl. Blei und 1 Thl. Zinn), 1 Thl. Quarz, 2 Thle. gereinigte Potasche; III.) 4 Thle. Zinn und 10 Thle. Blei zusammen oxydirt, 10 Thle. Quarz, 2 Thle. kohlen-saures Natron.

Soll das Email rein weiß seyn, so müssen natürlich alle Einmischungen färbender Metalloxyde vermieden werden; besonders vor Eisenoxyd hat man sich in dieser Hinsicht zu hüten. Kleine Mengen desselben macht ein Zusatz von etwa 1 Proc. Braunstein unschädlich. Hinsichtlich des Quarzes gelten dieselben Vorschriften, wie sie bei der Bereitung der künstlichen Edelsteine (siehe diese) angeführt wurden. — Das gefärbte Email kann entweder undurchsichtig oder durchsichtig seyn. Bei beiden Emailsorten rühren die Farben von denselben färbenden Stoffen, Metalloxyden, her; der Unterschied zwischen ihnen besteht nur darin, dass man zur ersten Sorte einen undurchsichtigen, zinnoxidhaltigen Schmelz, zur zweiten aber einen durchsichtigen Glasfluss anwendet. Dieser letztere kann z. B. zusammengeschmolzen werden aus 432 Thln. eisenfreiem Sande, 360 Thln. Mennige, 180 Thln. gereinigter Potasche, 3 Thln. Braunstein, 1 Thl. weißem Arsenik. Beim Zusammenschmelzen dieses Flusses mit Metalloxyden setzt man gewöhnlich noch etwas Borax hinzu. Uebrigens wendet man zum gefärbten Email dieselben metallischen Farbstoffe an, wie sie zum gefärbten Glase (s. dieses) und zu den künstlichen Edelsteinen (s. diese) gebraucht werden; jedoch mit dem Unterschiede, dass man zum durchsichtigen gefärbten Email meist eine größere procentische Menge Farbstoff braucht, als zu den farbigen Gläsern, indem das Email nur in dünnen Schichten, die meist noch auf einer farbigen metallischen Oberfläche liegen, angewendet wird. So z. B. erhält man rothes Email durch Zusammenschmelzen von 96 Thln. durchsichtigem Fluss, 12 Thln. Borax, 2 Thln. Braunstein und 1 Thl. Goldpurpur; blaues Email aus 8 Thln. Fluss, 1 Thl. Borax und 1 Thl. Kobaltoxyd.

Th. S.

Emailliren. Die zweckmäßige Vertheilung und Befestigung des Emails auf metallischen Oberflächen bildet die Kunst des Emaillirens. Der Zweck desselben ist schon bei der Erklärung des Wortes Email ausgesprochen worden.

Die Emailgläser werden fein gepulvert, mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt, dieser Brei wird, in einer Schicht von zweckmäßiger Dicke, auf die blank polirte oder geschleuete metallische Oberfläche gebracht und durch Glühhitze festgebrannt. Das Einbreuen des Emails muss stets in einer Muffel geschehen, wenn es bei der Emaillirung auf Sauberkeit ankommt. Die specielleren Manipulationen hierbei sind verschieden, je nach der Art der zu emallirenden Gegen-

stände. Zu der Art von Emaillirung, welche hauptsächlich dazu dienen soll, metallische Oberflächen vor Oxydation und Beschädigungen anderer Art zu schützen, gehört hauptsächlich das Emailliren gusseiserner Gefäße und das der Uhrzifferblätter; zu der andern Art von Emaillirung dagegen das Emailliren von Schmucksachen.

1.) Emailliren von gusseisernen Gefäßen.

Vorzüglich der Nutzen von gusseisernen Kochgefäßen wird sehr erhöht, wenn die innere Seite derselben mit einem sowohl mechanisch als chemisch Widerstand leistenden Email überzogen ist. Die schwierigste Aufgabe hierbei bleibt es jedoch, ein solches Email hervorzubringen, welches bei der wechselnden Temperatur und der damit in Verbindung stehenden wechselnden Ausdehnung solcher Gefäße nicht abspringt. Alle Metalle dehnen sich durch die Wärme stärker aus als Glasflüsse, und man sollte daher meinen, dass es nicht möglich wäre, zwei solche verschiedenartige Körper dauernd mit einander zu verbinden. Glücklicher Weise kommen jedoch hier zwei Umstände zu Hilfe, nämlich 1), dass bei Kochgefäßen der Wechsel der Temperatur zwischen 0° und 100° C. liegt, und 2), dass gewisse Glasflüsse, besonders stark bleioxyd-, borax- oder zinnoxydhaltige, eine stärkere Ausdehnung als gewöhnliches Glas erleiden, und zugleich einen gewissen Grad von Zähigkeit besitzen, welcher ihrem Zerreißen (Springen) entgegenarbeitet.

Gusseisen dehnt sich, zwischen dem Gefrier- und Kochpunkte des Wassers, in allen seinen Längendimensionen kaum mehr als 0,001 aus, gewöhnliches Glas etwa 0,0008; Glas von der oben angegebenen Beschaffenheit kommt dagegen dem Gusseisen in seiner Ausdehnung noch näher. Ein Email, welches aus gleichen Theilen Kieselerde und Bleioxyd, mit Zusatz von etwas Zinnoxyd verfertigt ist, entspricht allen Anforderungen, welche man an die Dauerhaftigkeit eines solchen Ueberzugs machen kann; mit Recht hat man aber dennoch nicht allein dieses, sondern überhaupt auch jedes andere weit weniger bleioxydhaltige Email zur Glasirung von eisernen Kochgefäßen verworfen, da das Bleioxyd ein giftiger Stoff ist und man durch Versuche ermittelt hat, dass alle bleihaltigen Gläser durch längeres Kochen mit schwächeren Säuren mehr oder weniger angegriffen werden. Anstatt des Bleioxyds bedient man sich nun meistens des Boraxes. Die näheren Vorschriften zur Anfertigung von bleioxydfreien, nicht abspringenden Emailen werden, besonders was die quantitativen Verhältnisse hierbei betrifft, fast von allen Fabrikanten emaillirter Kochgefäße geheim gehalten. Alles, was sich über diesen Fabrikationszweig sagen lässt, beschränkt sich daher etwa auf Folgendes.

Die Gusswaaren werden zuerst mit sehr verdünnter Schwefelsäure, die etwas erwärmt seyn kann, gefüllt, damit etwa 12 — 24 Stunden stehen gelassen, sodann in Wasser abgespült und mit scharfen Bürsten an allen den Stellen gereinigt, wo später das Email sitzen soll. Hierauf trocknet man dieselben, gewöhnlich über einem Feuer, mit möglichster Schnelle, und überzieht sie darauf mit dem Emailbrei. Derselbe besteht meist aus einer Fritte von Quarz und Borax, welche, mit Feldspathpulver und geschlämtem eisenfreien Thon gemengt, auf einer Glasurmühle zur möglichsten Feinheit gemahlen worden ist. Da dieses Mäh-

len nass geschieht, so erhält man hierdurch sogleich einen Brei von guter Consistenz, den man in die gusseisernen, gereinigten Gefäße schüttet, und, durch zweckmäßiges Schwenken derselben, an ihren Wänden vertheilt. Der überschüssige Brei wird dann ausgegossen. Wenn der Emailbrei aber auch einen solchen Grad von Dickflüssigkeit besitzt, dass er an den glatten Wänden haften bleibt, so würde er doch in der Zeit, die bis zu seinem Trocknen verfließt, leicht durch Heruntersinken an den mehr oder weniger senkrechten Wänden, eine ungleiche Vertheilung erhalten, wenn man dies nicht dadurch vermied, dass man ihn schleunigst mit einem fein gepulverten Gemenge von Feldspath, Soda oder gereinigter Potasche, Borax und Zinnoxid bestäubte. Durch diese Bestäubung wird ein großer Theil der Feuchtigkeit des Breies absorbiert, und derselbe wird nun so steif, dass er, unverändert in seiner Dicke, an den Wänden haften bleibt. Die Manipulation des Bestäubens wird am besten auf die Weise ausgeführt, dass man das Gemenge jener völlig getrockneten Substanzen in einem Säckchen von Leinwand oder einem Haartuchsiebe aufbewahrt, welches an einer Holzleiste befestigt wird, die durch ein sogenanntes Klapperwerk in eine zitternde Bewegung versetzt werden kann. Auf einigen Fabriken wird auch wohl das Gemenge von Quarz, Borax, Feldspath und Thon erst gefrittet, die Fritte nass gemahlen und mit einem Pinsel auf die Gefäßwände gestrichen. Sodann bestäubt man diese mit trockenem Pulver derselben Fritte und brennt das Email ein. Darauf überzieht man diese erste Emailsicht mit demselben Brei, bestäubt aber mit dem trockenem Emailpulver der zweiten vorher geschmolzenen Composition, brennt wieder ein, und pinselt endlich noch eine dritte Schicht, aus dem nassen Brei der zweiten Composition bestehend, darauf, bestäubt mit dem Pulver derselben Art, und giebt nun den dritten und letzten Brand.

Die erste Fritte pflegt man die Unterglasur, die zweite die Oberglasur zu nennen. Letztere wird jedoch gewöhnlich nicht bloß gefrittet, sondern zu einem wirklichen Glase geschmolzen. Diese letztere Art der Emaillirung ist allerdings, weil dreimaliges Einbrennen dazu gehört, beschwerlicher und kostbarer als die erste; allein sie liefert auch einen Email-Ueberzug von ganz vorzüglicher Gleichmäßigkeit und Festigkeit. Was nun den Process des Einbrennens betrifft, so muss diesem das vollkommene Trocknen des an den Wänden der Gefäße haftenden Glasurbreies vorausgehen. Zu diesem Zwecke ist in den Einbrennöfen gewöhnlich zugleich ein Trockenraum angebracht, welcher durch einen Theil der sonst verloren gehenden Wärme geheizt wird. Sobald das Trocknen beendigt ist, kommen die Gefäße in die glühende, eiserne Muffel des Brennofens; zuerst werden sie ganz vorn an den Eingang der Muffel gesetzt, wo die Hitze am schwächsten ist, und dann erst nach und nach weiter hineingeschoben. Die Mündung der Muffel wird unter dem Einbrennen stets durch eine eiserne Thür verschlossen gehalten, in welcher aber eine kleinere, ebenfalls verschließbare Oeffnung angebracht ist, durch die der Arbeiter den Gang des Einbrennens beobachten und das Rücken der Gefäße bewerkstelligen kann.

Aus dem hintern Theile der Muffel bringt man die Gefäße ebenso allmählig, nach gescheneher Einbrennung, wieder in den vordern Theil derselben, und dann endlich in den erwähnten Trocken- und Vorwärmraum, der nun als Kühlraum dient. Die letzte Manipulation pflegt darin zu bestehen, dass man die aus diesem Raume kommenden, fertig glasi-

ten Gefäße mit heißem Steinkohlentheer auf ihrer Außenseite bestreicht, um ihnen auch hier einen gegen das Rosten schützenden Ueberzug zu geben. Dieselben sind, wenn sie aus dem Kühlraume kommen, meist noch so heiß, dass dieser Ueberzug fast augenblicklich trocknet. — Wie sehr es übrigens bei dem Emailliren eiserner Gefäße auch auf die Beschaffenheit des Gusseisens selbst ankommt, geht aus folgender Thatsache hervor. Auf der Königshütte in Ober-Schlesien hatte man Versuche angestellt über den Einfluss, welchen in den Hohofen eingelassene Wasserdämpfe auf den Schmelzgang überhaupt und auf das hierbei gewonnene Roheisen ausübten. Es ergab sich, dass solches Roheisen durch Verfrischen ein Stabeisen von sehr vorzüglichen Eigenschaften gab, dass aber alle aus diesem Roheisen gegossenen Gefäße auf keine Weise mit Email überzogen werden konnten, da selbst bei der vorsichtigsten Abkühlung die ganze Glasur wieder absprang. Es scheint also, dass sehr reines Gusseisen sich bei erhöhter Temperatur stärker ausdehnt als weniger reines, und folglich zur Emaillirung weniger geeignet ist.

II.) Emailliren der Uhrzifferblätter.

Man verfährt hierbei nach ganz ähnlichen Principien, wie bei der vorgedachten Arbeit. Nachdem man den runden kupfernen Blechscheiben, welche zu Uhrzifferblättern dienen sollen, ihre mehr oder weniger starke Wölbung, die Oeffnung für die Axe der Zeiger und einen etwas aufgebogenen Rand, sowohl rings um jene Oeffnung als um ihre Peripherie gegeben, so wie dieselben auf der concaven Seite mit drei eingekieteten Beinchen aus Kupferdraht versehen hat, werden sie in verdünntes Scheidewasser gelegt und darauf mit feinen Kratzbürsten aus Messingdraht gereinigt. Eine Sorte von sehr reinem weißen Email wird nun fein gepulvert und geschlämmt. Der feinste Schlamm dient zum Emailliren der Rückseite und der weniger feine mehr gleichförmige zum Emailliren der Vorderseite. Man ist nämlich deswegen genöthigt, die Zifferscheiben auf beiden Seiten zu emalliren, weil sonst leicht ein Werfen derselben entsteht. Das feuchte Emailpulver der letzten Art wird meist vor der Anwendung 12 Stunden mit verdünnter Salpetersäure digerirt, um namentlich Eisentheile auszuziehen, die während des Pulvers hineingekommen seyn können, weil dies meist in einem stählernen oder eisernen Mörser geschieht. Um ein Zifferblatt mit Email zu überziehen, wird es mit seiner Oeffnung auf eine Reibahle gesteckt, zuerst auf seiner concaven Seite mit dem feinen Schlamme überpinselt, dann der gröbere Schlamm auf seine Vorderseite gebracht und durch leises Erschüttern gleichmäÙig vertheilt. Die vorhin erwähnten, aufgebogenen Ränder verhindern das Herunterfließen dieser dickern Schicht.

Ehe man das Email auf die vordere Seite auftrug, hat man dem Email der hintern Seite, durch sanftes Berühren mit feiner Leinwand, einen Theil seiner Feuchtigkeit genommen: bei dem Email der vordern Seite geschieht dies durch Einsaugen mittelst eines Stückchens solcher Leinwand, die man vorsichtig an die Ränder des Zifferblattes bringt. Die so vorbereiteten Zifferblätter werden mit jenen 3 Beinchen auf ein Eisenblech gestellt, über Kohlenfeuer völlig getrocknet, und kommen dann, sammt dem Eisenbleche, in die glühende Muffel, in die man sie allmählig hineinschiebt. Ist das Email auf den im hintern Theile der Muffel befindlichen Zifferblättern geschmolzen, so wendet man das Blech so,

dass diese in den vordern Theil der Muffel kommen. Eine einmalige Einbrennung des Emails ist gewöhnlich nicht hinreichend, um einen hinreichend starken und glatten Ueberzug hervor zu bringen. Man reinigt daher die Zifferblätter nochmals mittelst verdünnter Salpetersäure und emaillirt die Vorderseite derselben noch ein- oder zweimal. Zuletzt endlich wird die Stunden- und Minuten-Eintheilung mit einem feinen Pinsel aufgetragen und eingebrannt. Man nimmt dazu sehr feingeschlammtes schwarzes Emailpulver, was mit Spicköl zu einem Teige von zweckmäßiger Consistenz angerührt worden ist.

III.) Emailliren der Schmuckwaaren.

Gold-, Silber- und Bronze-Arbeiten werden oft theilweise mit verschieden gefärbtem, durchsichtigem oder undurchsichtigem Email überzogen. Nicht jede Art einer solchen metallischen Unterlage gestattet jedoch die Benutzung einer jeden Emailsorte. Auf stark kupfer- oder silberhaltigem Grunde erleiden manche Emailsarten, besonders die durchsichtig gefärbten, eine mehr oder weniger bedeutende Veränderung in ihrer Nüance durch Aufnahme von Kupferoxydul oder Silberoxyd in ihre Mischung. Zu durchsichtig rothem Email ist daher ein Kupfergrund sehr geeignet. Am besten geschieht zur Aufnahme aller Emailsorten ist ein reiner Goldgrund, oder doch ein Grund, der aus etwa 20karätigem Golde besteht. An den Stellen des Grundes, wo ein Emailüberzug sitzen soll, müssen durch Pressen oder vermittelt eines Grabstichels Vertiefungen angebracht werden, um das Verbreiten des Emails über bestimmte Grenzen zu verhindern. Die Eintragung des Emails in diese Vertiefungen geschieht mittelst kleiner Spatel von Eisen. Trocknen, Brennen und andere Manipulationen hierbei sind ganz ähnlich wie bei der Fabrikation der Uhrzifferblätter. Nur muss der Umstand hierbei nicht außer Acht gelassen werden, dass Gold und Silber leichter schmelzen als Kupfer, weswegen die Vermeidung einer zu hohen Temperatur beim Einbrennen wesentlich ist.

Th. S.

Embrithit, ein zur Klasse der Schwefelmetalle gehöriges Mineral, welches, nach Plattner's vorläufiger Untersuchung, hauptsächlich aus Antimon, Blei und Schwefel besteht, also dem Zinkenit, Plagionit, Jamesonit, Boulangerit, Plumbostib und Federerz verwandt ist. Breithaupt machte zuerst auf dasselbe aufmerksam. Es ist nach ihm durch sehr geringe, fast Kalkspath-Härte, rein bleigraue Farbe und durch derbe, sphäroidische Massenordnung ausgezeichnet. Spec. Gew. 6,29 — 6,31. Im Aeußern hat es zuweilen große Aehnlichkeit mit dem körnig blätterigen Antimonglanz. Es findet sich zusammen mit Plumbostib bei Nertschinsk in Sibirien.

Th. S.

Emetin. Vegetabilische Salzbase, enthalten in den verschiedenen Sorten von Ipecacuanha-Wurzel, die von *Cephaëlis Ipecacuanha*, *Psychotria emetica*, *Richardsonia scabra* St Hilaire und *Viola Ipecacuanha* abstammen. Entdeckt im Jahre 1816 von Magendie und Pelletier, rein dargestellt zuerst im Jahre 1821 von Dumas und Pelletier. Formel: $C_{37}H_{54}N_2O_{10}?$ (Dumas und Pelletier). Berechnetes Atomgewicht: 4320,58 (s. d. Art. Basen, organische Thl. I. Seite 693).

Das Emetin ist vorzüglich in der Rinde der Ipecacuanha-Wurzel,

weniger in dem inneren holzigen Theile derselben, enthalten. Die Wurzel von *Cephaëlis Ipecacuanha* soll bis $\frac{1}{128}$ ihres Gewichts geben.

Um das Emetin darzustellen, wird nach *Pelletier* die gepulverte Wurzel zuerst mit Aether ausgezogen, welcher eine fette riechende Materie auflöst; der Rückstand wird hierauf mit siedendem Alkohol extrahirt. Den weingeistigen Auszug vermischt man mit etwas Wasser, destillirt den Alkohol vollständig ab, trennt die rückständige, nöthigenfalls noch mit etwas Wasser zu vermischende Flüssigkeit von einer daraus abgeschiedenen fetten Substanz, und kocht sie mit einer hinreichenden Menge gebrannter Talkerde, wodurch das Emetin gefällt wird. Der Niederschlag wird mit wenigem kalten Wasser gewaschen, getrocknet und mit Alkohol ausgezogen. Vom Auszuge wird der Alkohol im Wasserbade abdestillirt, worauf das Emetin im noch nicht ganz reinen Zustande zurückbleibt. Durch Auflösen in säurehaltigem Wasser, Digeriren der Lösung mit gereinigter Thierkohle, Filtriren und Füllen mit einem Alkali wird es rein erhalten.

Nach der französischen Pharmacopoe kann die Behandlung mit Aether unterlassen und die Wurzel gleich mit Alkohol ausgezogen werden. Nach *Callond* wird die Ipecacuanha mit schwefelsäurehaltigem Wasser durch Digestion ausgezogen, der Auszug mit Kalkhydrat vermischt, der Niederschlag mit etwas Wasser gewaschen, und nach dem Trocknen mit Alkohol extrahirt. Der Alkohol-Auszug wird dann, wie oben angegeben, weiter behandelt. Es ist zu bemerken, dass die Flüssigkeit, aus der das Emetin gefällt, und das Wasser, womit es gewaschen wurde, etwas Emetin aufgelöst behalten, weshalb man erstere möglichst concentrirt anwenden, und das Auswaschen nicht zu lange fortsetzen muss.

Das Emetin bildet ein geruchloses, schwach bitter schmeckendes Pulver, welches im reinen Zustande vollkommen weiß, gewöhnlich aber gelblich ist, und an der Luft sich allmählig noch mehr färbt.

Es schmilzt bei ungefähr $+ 50^{\circ}$. In Wasser ist es bei gewöhnlicher Temperatur wenig, in der Wärme leichter auflöslich; von Säuren wird es mit Leichtigkeit gelöst. Aus diesen Lösungen wird es durch Galläpfelinctur gefällt. Von Alkohol wird es leicht, von Aether und Oelen nicht merklich aufgelöst. Es reagirt deutlich alkalisch.

Das Emetin zeigt, innerlich genommen, eine ausgezeichnete Wirksamkeit auf den thierischen Organismus. In kleineren Dosen bewirkt es starkes Erbrechen und darauf folgenden anhaltenden Schlaf, in größeren Gaben wirkt es tödtlich. $\frac{1}{16}$ Gran soll hinreichen, um bei einem Menschen Erbrechen zu bewirken; 2 Grane sind im Stande, einen starken Hund zu tödten.

Unter dem Namen *émétine brune*, *émétine médicinale* wird in Frankreich ein unreines Emetin als Arzneimittel angewendet, welches durch Ausziehen des Alkohol-Extracts der Ipecacuanha mit kaltem Wasser, und Verdunsten der Auflösung zur Trockne, bereitet wird.

Schn.

Emetinsalze. Sie sind im Einzelnen noch nicht untersucht. Die Auflösungen des Emetins in Säuren trocknen beim Verdunsten zu gummiähnlichen schwach sauer reagirenden Massen ein, in welchen sich jedoch zuweilen Spuren von Krystallen zeigen. Das Emetin wird daraus durch Bleiessig nicht niedergeschlagen. Das oxalsäure und das wein-säure Salz sind leicht auflöslich in Wasser. Das gerbsäure Salz bildet

einen weissen flockigen, in wässerigen Alkalien auflösllichen Niederschlag. Es wirkt nicht brechennerregend noch giftig, weshalb Galläpfelaufguss bei Vergiftungsfällen mit *Ipecacuanha* als Gegenmittel dienen kann.

Schn.

Emmonit. Eine von Thomson aufgestellte Mineralspecies, welche jedoch nur eine kalkhaltige Varietät des Strontianits zu seyn scheint. Nach Thomson's Analyse bestehend aus 82,69 kohlensaurem Strontian, 12,50 kohlensaurem Kalk und 1,00 Eisenoxyd. Fundort: Massachusetts in Nord-Amerika.

Th. S.

Emplastra, Pflaster, umfassen eine grosse Anzahl von zubereiteten Arzneimitteln. Sie werden nur äusserlich angewendet, auf die Art, dass man sie in der Wärme erweicht, auf Leinwand, Taffent, Leder u. s. w. mit einem Spatel, oder zu einer gleichmässi-geren Ueberziehung mit einer sogenannten Pflasterstreich-Maschine oder mit einer Pflasterwalze¹⁾, je nach dem Zwecke bald dünner bald dicker ausstreicht und auf kranke oder verletzte Theile des Körpers legt, durch dessen Wärme sie in so weit erweichen, dass sie klebend werden und dann anhaften. Der Zweck ihrer Anwendung ist von zweierlei Art; entweder beabsichtigt man damit, auf kranke Körpertheile von aussen positiv heilend einzuwirken, in welchem Falle die Bestandtheile selten sämmtlich dazu beitragen (z. B. *Emplastrum sulphuratum*, *E. foetidum*), sondern meistens machen die wirksamen Bestandtheile nur einen kleineren Theil von ihrer Gewichtsmasse aus, so dass die übrigen nur als Träger dienen (z. B. *E. Cantharidum*, *E. Conii*); oder ihre Anwendung hat den Zweck, die den inneren Theilen durch Verletzung der äusseren Theile des Körpers entzogene Decke zu ersetzen und ihnen auf diese Weise künstlichen Schutz gegen äussere Einflüsse zu gewähren, um dadurch die Reorganisirung der verletzten Theile, oder die Heilung der Wunden zu unterstützen. Den hierhergehörigen Pflastern, den sogenannten Heilpflastern, sind aber gewöhnlich noch Substanzen zugesetzt, mit denen man gleichzeitig eine schmerzlindernde und die Heilung positiv fördernde Einwirkung hervorbringen will, und hiernach unterscheidet man einfache (z. B. *E. de Spermate Ceti*) und zusammengesetzte (z. B. *E. defensivum rubrum*, *E. Lithargyri compositum*) Heilpflaster.

Die Anwendung der Pflaster als äusserlicher Heilmittel gehört den frühesten Zeiten an. Aerzte und Apotheker aller Generationen haben an der Erfindung und Verbesserung der Pflaster für alle möglichen Fälle fortwährend gearbeitet, wodurch allmählig eine sehr grosse Anzahl von Pflastern entstanden ist, deren Namen theils die Heilkräfte derselben, theils die darin enthaltenen wirksamen Bestandtheile andeuten. Von vielen Pflastern ist die Anwendung auf den engeren Wirkungskreis ihrer Erfinder und deren Nachfolger beschränkt geblieben, daher man die Vorschriften dazu nur in den sogenannten Manualen der Apotheken ihres Bereichs, und die Pflaster selbst also auch nur in diesen bekommen kann. Ausserdem haben sich zu allen Zeiten auch Unbefugte mit der Erfindung von Pflastern beschäftigt, und die Vorschriften dafür zuweilen wohl mitgetheilt, aber auch geheim gehalten, so dass sie mit dem Tode ihrer Erfinder verloren gegangen sind.

¹⁾ Buchn. Repert, 1823, Bd. XV, 456.

In neuerer Zeit ist man, besonders bei Gelegenheit der Abfassung der Landes-Pharmacopöen, bemüht gewesen, die große Anzahl von zum Theil ganz überflüssigen Pflastern sehr zu vermindern und die Zusammensetzung der noch gebräuchlichen zu verbessern. Daher findet man in den neueren Pharmacopöen eine, gegen früher nur noch geringe Anzahl von Pflastern aufgenommen und dabei die Vorschriften zu ihrer Bereitung in den verschiedenen Ländern oft sehr abweichend. Inzwischen kann mit dieser gesetzlichen Anzahl von Pflastern und auch mit den dafür gegebenen veränderten Vorschriften nicht überall jeder Arzt und namentlich nicht allenthalben das Publikum, dem viele Pflaster sehr genau als Hausmittel bekannt geworden sind, allein befriedigt werden, und man trifft daher in allen Apotheken außerdem auch noch bald diese, bald jene nicht gesetzliche, so wie dem Namen nach zwar gesetzliche, aber nach früheren Vorschriften bereitete Pflaster an, je nachdem dies die specielle Bestimmung der Aerzte und die an verschiedenen Orten ungleiche Gewohnheit des Publikums verlangt.

In den letzteren Jahren hat sich übrigens die Bedeutung der Pflaster als unentbehrliches Heilmittel durch Auffindung anderer Heilmethoden für viele Fälle wesentlich verändert, so dass selbst die sehr beschränkte Anzahl in den Pharmacopöen mehrere wenig oder gar nicht gebräuchliche umfasst. Aber dessen ungeachtet dürften sich doch gewisse Pflaster als sehr nützliche und nicht leicht ersetzbare äußere Heilmittel für immer behaupten.

In Rücksicht auf die Natur, so sind sämtliche Pflaster mechanische, mehr oder weniger complicirte Gemenge von den verschiedenartigsten, sowohl unorganischen, als auch und zwar größtentheils von organischen Stoffen des Thierreichs und Pflanzenreichs in solchen relativen Quantitäten, dass die daraus hervorgebrachte Masse, das Pflaster, in der Kälte einen gewissen Grad von Härte hat, so dass sie beim Anfassen gewöhnlich nicht schmutzt und klebt, was bei den meisten erst nach einigem Verweilen und Kneten zwischen den Händen geschieht, aber beim Biegen, mit wenigen Ausnahmen, auch nicht bricht, und zum Schmelzen gewöhnlich eine viel höhere Temperatur, als die Körperwärme ist, erfordert. Harze, Wachs und andere Fette bilden die Hauptmasse der meisten Pflaster, und entweder das Pflaster allein (z. B. *E. Ammoniaci*) oder häufiger die Träger von anderen, eigentlich wirksamen Stoffen (z. B. *Emplastrum Hyoscyami*, *E. Meliloti*). Wachs fehlt in diesen Pflastern selten, daher nennt man sie Wachspflaster (*Emplastra cerodea*) und unterscheidet davon nach dem eben erwähnten Umstande einfache und zusammengesetzte. Die, welche kein Wachs enthalten, kann man aus demselben Grunde Harzpflaster (*Emplastra resinosa*) nennen, wohin z. B. *E. opiatum*, *E. Cantharidum perpetuum* gehören. Die Bereitung dieser Wachs- und Harzpflaster besteht ausschliesslich nur in einer mechanischen Durchmischung der dafür vorgeschriebenen Ingredienzen, und dadurch unterscheiden sie sich von den sogenannten Bleipflastern (*Emplastra saturnina*), welche zwar an und für sich auch nur Gemenge sind, aber bei deren Bereitung chemische Processe vorgehen, durch welche die sie constituirenden Körper erst gebildet werden. Man gebraucht sie theils für sich und theils als Träger anderer, in Pflastergestalt anzuwendender Körper, daher man auch hier einfache (*E. Lithargyri sim-*

plex, *E. Cerussae*) und zusammengesetzte (*Emplastrum Lithargyri compositum*) Bleipflaster unterscheidet.

Die für die Pflaster bestimmten Körper sind grofsentheils von der Beschaffenheit, dass sie sich zu einer vollkommen homogenen Masse vereinigen und wechselseitig lösen, so dass man darin, sowohl fest als geschmolzen, mit bewaffnetem Auge keine ungleichartigen Körper bemerken kann, und dass sie in der Wärme zu einem völlig gleichförmigen, entweder ganz klaren (z. B. *E. citrinum*) oder trüben (z. B. *E. saponatum*, *E. Ammoniaci*) Liquidum schmilzt. Aber die Bestandtheile sind bei vielen auch von der Art, dass sich gewisse davon eben so verhalten, und die übrigen nur in Gestalt von Pulver einmengen, zwar innig, aber doch immer so, dass man sie zuweilen mit blofsen Augen (z. B. *E. Cantharidum*) oder mit bewaffneten Augen (z. B. *E. oxycroceum*) darin sehen kann, oder dass, wenn dieses nicht möglich ist (*Emplastrum defensivum rubrum*), die mechanische Einmischung aus der Natur der Körper bestimmt werden kann, und aus dem Umstande, dass sie sich, gleichwie jene erkennbaren, in der geschmolzenen Pflastermasse abscheiden und sich, je nach ihrem specifischen Gewichte, entweder darin zu Boden setzen, oder darin umherschwimmen.

Die Bereitung der Pflaster erfordert durch praktische Uebung erlangte Geschicklichkeit und ausserdem Gewissenhaftigkeit und Reinlichkeit. Sie geschieht durchgängig über Feuer, ist aber, je nach den dazu vorgeschriebenen Stoffen, bei jedem Pflaster in gewissen Beziehungen verschieden. Im Allgemeinen sind dabei folgende Regeln zu befolgen. 1) Müssen sämtliche dazu vorgeschriebene Körper in bester Qualität und genau in den von der Vorschrift geforderten Quantitäten genommen, und keiner davon weggelassen oder durch einen andern ähnlichen substituirt werden. 2) Sind gewisse rohe Arzneikörper vor und während ihrer Anwendung zu den Pflastern gehörig zu reinigen, indem sie, ungeachtet ihrer sonst richtigen Beschaffenheit, fremde Körper, als Holz- und Rindenstücke, Blätter, Steine u. s. w. auf eine grobe Weise eingemengt enthalten. Dies geschieht, namentlich bei Gummiharzen, durch Zerstoßen und Absieben, worauf man sie gereinigt nennt, oder indem man sie durch Leinwand seihet (colirt), nachdem man sie für sich oder mit einigen der übrigen Ingredienzen geschmolzen hat. 3) Ist bei der Bildung oder bei der Vereinigung eine richtige Temperatur zu beachten, und darf diese gerade nur so hoch sein, dass die Bildung stattfinden kann, oder dass die Ingredienzen genau nur bis zu dem Punkte erweicht werden, in welchem sie sich gehörig mit einander vereinigen lassen. Eine höhere Temperatur ist, ungeachtet die Ingredienzen darin dünnflüssiger und leichter vermischbar werden, doch nicht erforderlich, und in vielen Fällen selbst nachtheilig, wegen der dadurch leicht möglichen Veränderung der Bestandtheile, wegen der theilweisen Verflüchtigung flüchtiger Stoffe, als des Camphors, der ätherischen Oele, und wegen des Umstandes, dass sich manche Stoffe, namentlich Gummiharze, welche bei einer gewissen niedrigen Temperatur sehr genau in der Pflastermasse vertheilt werden können, wieder ausscheiden und dann in gröfseren oder kleineren Klumpen nur eingeklebt darin enthalten seyn würden. 4) Ist es nicht gleichgültig, in welcher Art und in welcher Reihenfolge die vorgeschriebenen Stoffe zu einem Pflaster vereinigt werden, und darf in dieser Beziehung von der bei einem jeden Pflaster speciell gegebenen, auf Erfahrung sich stützenden

Vorschrift nicht abgewichen werden, indem nur dadurch eine möglichst gleichförmige Vereinigung erreichbar ist, welche außerdem sorgfältig zu befördern ist durch Rühren der geschmolzenen Masse mit einem Spatel, oder durch Reiben (Agitiren) mit einem hölzernen Pistill (Agitakel), und zuletzt durch Kneten (Malaxiren) der halb erkalteten Masse zwischen mit Wasser oder mit Oel befeuchteten Händen. 5) Sind geeignete Gefäße für die Bereitung anzuwenden. Gewöhnlich benutzt man Kessel oder Pfannen von Kupfer oder Messing, von denen die Pflastermasse stets einen geringen Kupfergehalt bekommt, der zwar ohne Bedeutung und bei gefärbten Pflastern im Ansehen nicht zu bemerken ist, aber ungefärbte Pflaster erhalten davon entweder gleich oder nach einiger Zeit eine grünliche Farbe, so dass man wenigstens für diese Gefäße von verzinnem Kupfer oder besser von Porzellan oder von Steingut gebrauchen muss.

Jede fertige Pflastermasse ist in der Wärme bildsam und gestattet die Verwandlung in jede beliebige Gestalt. Inzwischen hat man dafür von jeher nur zwei Formen eingeführt, nämlich 1) runde, meistens fingerdicke, aber auch dünnere und dickere Stangen (*Magdaleones*), deren Anfertigung das Ausrollen genannt wird, und 2) quadratische, platte, etwa 1 bis 2 Zoll große und $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Tafeln. In der ersteren Form heißen diese Heilmittel eigentlich Pflaster und in der zweiten Form *Cerate* (*Cerata*), ungeachtet deren Natur nicht wesentlich von der der Wachs-pflaster abweicht. Zur Bildung der Stangen wird die Pflastermasse unmittelbar nach dem Malaxiren zwischen mit Wasser oder Oel befeuchteten Händen und einer ebenfalls damit befeuchteten glatten Platte von Blech, Stein oder Holz (Pflasterbrett) gerollt, bis die gewünschte Dicke und Ebene erreicht ist. Zum Befeuchten benutzt man sowohl hier als auch bei dem vorhin bemerkten Kneten Wasser, wenn das Pflaster aus mit Wasser nicht benetzbaren Körpern besteht, Oel dagegen, wenn das Pflaster mit Wasser benetzbare Stoffe, namentlich Kräuterpulver, enthält, indem diese das Wasser einsaugen und das Pflaster in Folge dessen dem Verschimmeln und Verderben ausgesetzt werden würde. Vor dem Malaxiren und Ausrollen sind sowohl die Hände als auch das Pflasterbrett gehörig zu reinigen, indem sich sonst der Schmutz von diesen ablösen und in die Oberfläche der Pflasterstange einkleben und dieser stellenweise ein unreinliches Ansehen ertheilen würde. Zur Bildung der quadratischen Tafeln gießt man die fertige und noch halbflüssige Pflastermasse auf schwach geöltes Papier, dessen Ränder aufgebogen sind, in größere Platten aus, die man kurz vor dem völligen Erstarren mit einem Messer in kleinere quadratische Tafeln theilt, die sich nachher leicht von dem Papier ablösen.

Die Verwahrung der Pflaster geschieht am besten auf die Weise, dass man jedes einzelne Stück in Papier, was bei denen, die flüchtige Stoffe enthalten, Wachspapier seyn muss, einwickelt und, um Verwechslung zu vermeiden, signirt. Pflaster, die flüchtige Stoffe enthalten, sind dann außerdem noch in verschleißbare Behälter von verzinnem Eisenblech einzuschließen.

Die Beurtheilung der richtigen Beschaffenheit der Pflaster hat große Schwierigkeiten und dürfte in mancher Beziehung, namentlich ob alle dazu vorgeschriebenen Stoffe, so wie ob sie in bester Qualität und in der geforderten Quantität darin vorhanden sind, unmöglich

seyn, so dass also hier die Gewissenhaftigkeit Derjenigen in Anspruch zu nehmen ist, die sich mit ihrer Bereitung beschäftigen. Sie ist um so schwieriger, je inniger sich die Bestandtheile mengen und lösen und je genauer deren Vereinigung ausgeführt worden war. Chemische Versuche bieten nur beschränkte Hilfsmittel dar, und deswegen setzt die Beurtheilung Kenner voraus, die ihr Urtheil vorzüglich auf äufsere Eigenschaften gründen, als auf ihre richtige Farbe, Consistenz, völlige oder mögliche Gleichförmigkeit, auf ihren richtigen Geruch u. s. w.

Man sieht leicht ein, dass sich alle diese allgemeinen Bemerkungen in eine Menge von Einzelheiten verzweigen, deren ausführliche Darstellung nur durch eine angemessene Vertheilung auf die einzelnen Materialien realisirt werden kann. Die folgende Uebersicht umfasst die wichtigeren und noch gebräuchlicheren Pflaster in so weit abgehandelt, als hier gefordert werden dürfte, und zweckmäfsig vertheilt in folgende vier Gruppen.

1) *Emplastra saturnina*. Bleipflaster.

Dahin gehören alle Pflaster, in welchen Verbindungen des Bleioxyds mit fetten Säuren wesentliche Bestandtheile sind.

a) *Emplastra saturnina simplicia*. Einfache Bleipflaster.

Sie umfassen zwei sehr gebräuchliche Pflaster, nämlich das *Emplastrum Lithargyri simplex* und das *Emplastrum Cerussae*.

1) *Emplastrum Lithargyri simplex* s. *E. Diachylon simplex*. Einfaches Bleiglätte- oder Diachylon-Pflaster. Ein Gemenge von basischem margarinsauren und basischem elainsauren Bleioxyd, mit geringen und variirenden Mengen Elain und wasserhaltigem Glycerin (Oelsüfs), erhalten durch Kochen von Bleioxyd, in Gestalt von Bleiglätte, mit Baumöl und mit Wasser.

Bereitung. Ueber das zweckmäfsigste Verhältniss zwischen Bleiglätte und Baumöl und über die zweckmäfsigste Behandlung derselben beim Kochen sind aufserordentlich viele Versuche angestellt worden. Das beste daraus hervorgegangene und deshalb in den meisten neueren Pharmacopoeen vorgeschriebene Verhältniss besteht in 5 Thln. Bleiglätte und 9 Thln. Baumöl. Die zweckmäfsigste Behandlung reducirt sich auf folgende Momente: das Baumöl wird in einem 5—6 mal gröfseren Kessel mit flachem Boden bis zu + 180° bis + 190° erhitzt, dann die aufs Feinste präparirte und mit Wasser zu einem steifen Brei angerührte Bleiglätte in kleinen Portionen so nach einander eingerührt, dass nicht eher eine neue hinzukommt, als bis die vorhergehende aufgelöst und das mit ihr hineingekommene Wasser völlig wieder weggedampft ist. Die Masse wird dabei mit einem hölzernen Spatel fortwährend umgerührt und möglichst genau in der angeführten Temperatur erhalten, deren Beobachtung man durch Thermometer-Spatel (d. h. Spatel, in deren untere breite Fläche ein Thermometer so eingesetzt ist, dass die Scala daran nach Herausziehung des Spatels aus der Pflastermasse beobachtet werden kann) zu erleichtern gesucht hat, die aber sehr gut entbehrt werden können. Nach Auflösung der letzten Portion ist das Pflaster, wenn die Behandlung in der erwähnten Art richtig ausgeführt wurde, fertig. — Häufig rührt man auch die ganze Quantität Bleiglätte, ohne dass sie vorher mit Wasser

zu einem Brei angerührt worden ist, auf einmal in das bis zu $+180^{\circ}$ erhitzte Baumöl, und erhält das Gemenge in dieser Temperatur unter fortwährendem Umrühren und oft erneuertem Zusatz kleiner Portionen Wasser, bis es in ein richtig beschaffenes Pflaster verwandelt worden ist. Diese Behandlungsweise, welche in früheren Zeiten überall und in den letzteren Zeiten noch sehr häufig angewendet wird, endigt zwar mit demselben Resultate, wenn sie geschickt ausgeführt wird, aber sie erfordert viele praktische Uebung, besonders in Rücksicht auf die Beurtheilung, wann und wie viel Wasser zugesetzt werden muss. Denn bei zu wenig Wasser, oder wenn dasselbe vielleicht einmal ganz weggedunstet ist, erfolgt einerseits keine richtige Pflasterbildung und andererseits leicht eine zu hohe Temperatur, in welcher das Oel brenzlich und das Pflaster braun wird, und bei zu vielem Wasser wird die Pflasterbildung entweder sehr verlangsamt oder selbst ganz verhindert, indem sich dadurch die Temperatur in der Masse zu sehr erniedrigt. Zur Abhülfe dieser Unsicherheit hat man eine oberhalb der Pflastermasse angebrachte Wasser-Tropf-Anstalt empfohlen, die aber nur sehr schwierig so zu reguliren ist, dass sie mit dem wegduunstenden Wasser gleichen Schritt hält und in der Masse selbst die für die Pflasterbildung günstigste Menge von Wasser unterhält, so wie auch das Einleiten von heißen Wasserdämpfen in die Masse, was aber auch denselben Fehler hat und deshalb den Kosten für den dazu erforderlichen Apparat nicht entspricht. Die erstere Behandlungsweise besitzt also große Vorzüge. — Zuletzt wird die fertig gebildete Pflastermasse unter stetem Umrühren noch so lange über gelindem Feuer im geschmolzenen Zustande erhalten, bis alles darin vorhandene Wasser weggedunstet ist, dann halb erkaltet malaxirt und in Stangen ausgerollt. Hat man das Wasser nicht völlig daraus entfernt, so ist das Pflaster zwar heller, selbst fast weiß gefärbt, aber dafür weniger klebend, und es bildet streifige, nicht ganz runde und glatte Stangen.

Theorie. Das Baumöl ist ein Gemenge von 20 bis 28 Proc. Margarin (margarinsaurem Lipyloxyd) und 80 bis 72 Proc. Elain (elainsaurem Lipyloxyd). Bei der Behandlung mit Bleiglätte und mit Wasser werden beide Fette zersetzt, und während Margarinsäure und Elainsäure mit dem Bleioxyd basische Salze bilden, die je nach der Ungleichheit des Baumöls in etwas ungleichen relativen Verhältnissen vermischt das Pflaster constituiren, tritt das sich abscheidende Lipyloxyd (s. d. Art.) mit Wasser zu wasserhaltigem Glycerin zusammen, welches wegen seiner Löslichkeit in Wasser nachher beim Malaxiren größtentheils weggeführt wird. Daraus erklärt sich die überall gemachte Erfahrung, dass ohne Gegenwart von Wasser kein richtiges Pflaster gebildet wird, weil seine Bestimmung nicht allein darin besteht, eine zu hohe und verändernd einwirkende Temperatur zu verhindern, sondern auch wesentlich darin, dass es die Abscheidung des Lipyloxyds von den fetten Säuren durch Bleioxyd bedingt, indem dies nur dann ohne andere Metamorphosen geschieht, wenn es sich im Ausscheidungs-Momente mit Wasser in Glycerin verwandeln kann. Inzwischen ist das Verhältniss des Bleioxyds zu dem Baumöl so, dass zwar alles darin enthaltene Margarin zersetzt wird, aber nicht alles Elain, so dass von diesem eine gewisse Menge unzersetzt übrig bleibt, die für das Pflaster insofern wesentlich ist, als sie demselben die richtige Consistenz ertheilt und bei der Aufbewahrung lange Zeit erhält. Diese Einnischung von Elain wurde bei Versuchen entdeckt, das Pflaster einfacher und sicherer durch doppelte

Zersetzung einer aus Baumöl bereiteten Natronseife mit basischem oder neutralem essigsäurem Bleioxyd darzustellen, wodurch zwar ein weißes, leicht zu behandelndes Pflaster erhalten werden kann, was aber weniger Bleioxyd enthält, in der Wärme zu einer durchsichtigen Masse schmilzt, und in Folge der mangelnden Einmischung von Elain bei der Aufbewahrung sehr bald hart, spröde und unbrauchbar wird.

Einige Pharmacopoen schreiben etwas weniger Baumöl vor, daraus resultirt nur ein geringerer Elaingehalt und deshalb ein etwas härteres Pflaster; andere etwas mehr Baumöl, dann ist der Elaingehalt größer und das Pflaster weicher. — Einige Pharmacopoen (*Ph. Pol.* und *Ph. Austr.*) schreiben Schweineschmalz anstatt des Baumöls, und noch andere (*Ph. Gall.*, *Ph. Amstel.*, *Ph. Bat.*) ein Gemenge von Baumöl und Schweineschmalz vor. Man erhält durch deren Behandlung mit Bleioxyd ebenfalls ein brauchbares Pflaster, welches aber eine etwas andere Mischung hat, indem das Schweineschmalz relativ weniger Elain und, anstatt des Margarins, Stearin (stearinsäurem Lipyloxyd) enthält, so dass das Pflaster im ersteren Falle basisches stearinsäures und elainsäures, und im letzteren Falle basisches stearinsäures, margarinsäures und elainsäures Bleioxyd enthält.

Beschaffenheit und Prüfung. Richtig bereitet ist dieses Pflaster schmutzig gelblich- oder grauweiß, innen und außen vollkommen gleichförmig, zähe aber nicht fettig, bricht, wenn man es in Kälte rasch zu biegen versucht, klebt beim Anfassen nicht an die Finger, riecht eigenthümlich, schmilzt beim Erhitzen zu einer undurchsichtigen, gleichförmigen, dickflüssigen Masse. Stärkere Säuren zersetzen es und bilden damit Bleisalze, unter Abscheidung eines Gemenges der darin enthaltenen fetten Säuren, durch deren Untersuchung gefunden werden kann, ob zur Bereitung das vorgeschriebene Fett oder ein anderes angewandt worden ist. Ist z. B. Baumöl vorgeschrieben und anstatt desselben Rüböl oder Schweineschmalz genommen worden, so besteht das abgeschiedene Gemenge nicht aus Margarinsäure und Elainsäure, sondern aus Stearinsäure und Elainsäure, aus deren relativen Verhältnissen wiederum gefunden werden kann, ob Rüböl, was relativ wenig Stearinsäure giebt, oder Schweineschmalz substituirt worden ist. Hat man die rohe, als Nebenproduct in Stearinkerzen-Fabriken abfallende Oelsäure, die sich außerordentlich leicht mit Bleioxyd in ein ebenfalls sehr brauchbares Pflaster verwandelt, angewandt, so ist das Abgeschiedene fast bloße Oelsäure. — Eine braune Farbe des Pflasters zeigt eine angefangene Zersetzung durch zu hohe Temperatur bei der Darstellung an, und erkennt man in der Masse röthliche Punkte, so sind diese ungelöste Bleiglätte, die Folge einer unvollkommen ausgeführten Bereitung.

2) *Emplastrum Cerussae s. E. album coctum.* Bleiweißpflaster.

Hat eine dem Bleiglättepflaster sehr ähnliche Zusammensetzung. Wird aus 16 Thln. Bleiweiß und 9 Thln. Baumöl ungefähr auf dieselbe Weise, wie das vorhergehende nach der zweiten Behandlungsweise, dargestellt, aber die Operation muss, um ein vollkommen weißes Product zu erhalten, mit viel größerer Vorsicht ausgeführt werden, namentlich darf man keine so hohe Temperatur anwenden, die am besten bei $+ 110^{\circ}$ bis $+ 120^{\circ}$ zu erhalten ist. Während des Kochens darf in der Masse niemals Wasser fehlen, auch muss dieses nach

beendigter Pflasterbildung nicht gänzlich, sondern nur bis zu dem Punkte daraus weggedunstet werden, dass man die Masse zu ganz runden und platten, nicht streifigen, Stangen ausrollen kann. Das angewandte Bleiweiß muss ganz rein, namentlich nicht, wie sehr häufig, mit Kreide, Schwerspath oder Gyps vermischt seyn. Sehr gut eignet sich dafür das kohlen saure Bleioxyd, welches bei der Bereitung des essigsauren Kalis durch Zersetzung von essigsaurem Bleioxyd mit kohlen saurem Kali erhalten wird, vorausgesetzt, dass man es durch Waschen mit Wasser vollständig von dem dabei entstandenen essigsauren Kali befreit hat.

Bei der Bildung dieses Pflasters findet im Wesentlichen dasselbe, wie bei der des vorhergehenden, Statt, mit dem Unterschiede, dass die Kohlensäure des Bleiweißes und die etwadarin vorhandene Essigsäure größtentheils wegduften, während das Bleioxyd die Bestandtheile des Baumöls auf dieselbe Weise zersetzt und, unter Abscheidung des Lyploxyds als Glycerin, mit den fetten Säuren derselben basische Salze bildet, die noch viel basischer sind, als in dem vorhergehenden, weil hier, wenn das Bleiweiß = $PbH + 2 PbÜ$ ist, ungefähr 13,8 Thle. Bleioxyd auf 9 Thle. Baumöl kommen. Die rein weiße Farbe, welche dieses Pflaster besitzt, scheint ihren Grund in diesem basischeren Zustande, so wie in dem Gehalt an Wasser und kohlen saurem und essigsaurem Bleioxyd zu haben. Dagegen scheint es kein unverändert gebliebenes Elain zu enthalten, woraus sich seine größere Härte und Brüchigkeit, besonders nach einiger Zeit der Aufbewahrung, erklären.

Die Vorschriften der verschiedenen Pharmacopöen weichen darin von einander ab, dass sie theils (*Ph. Sax.*, *Ph. Bav.*) ein etwas anderes relatives Verhältniss zwischen Baumöl und Bleiweiß verlangen, theils (*Ph. Pol.*) Schweineschmalz anstatt Baumöl fordern, theils (*Ph. Old.*, *Ph. Slesv.-Hols.*, *Ph. Brunsv.*, *Ph. Wirt.*) dem fertigen Pflaster weißes Wachs zusetzen lassen, und theils die von Buchholz vorgeschlagene, die Bereitung sehr beschleunigende Substituierung eines Theils des Bleiweißes durch Bleiglätte aufgenommen haben, welche zunächst in dem Baumöl gelöst wird, ehe das Bleiweiß hinzukommt. Die *Ph. Bor.* lässt 2 Thle. Bleiglätte in 9 Thln. Baumöl lösen und diese Lösung mit 14 Thln. Bleiweiß zu einem Pflaster kochen; die *Ph. Hann.* verlangt 4 Thle. Bleiglätte, 13 Thle. Baumöl und 12 Thle. Bleiweiß auf gleiche Weise zu behandeln.

Dieses Pflaster ist rein weiß, innen und außen gleichförmig, in der Kälte spröde, schmilzt in der Wärme zu einer undurchsichtigen, weißen, zähflüssigen Masse. Durch Säuren wird es in Bleisalze derselben und in fette Säuren zersetzt, so dass man diese Eigenschaft auf gleiche Weise, wie bei dem vorhergehenden Pflaster, zur Prüfung anwenden und dabei gleichzeitig erfahren kann, ob das dazu angewandte Bleiweiß rein war, wenn man Salpetersäure zur Zersetzung anwendet, indem sich Schwerspath und Gyps als weiße Pulver absetzen, und Kreide sich mit dem Bleioxyd auflöst, aber nach Ausfällung des letzteren durch Schwefelwasserstoff leicht entdecken lässt.

b) *Emplastra saturnina composita.* Zusammengesetzte Bleipflaster.

Darunter werden alle Pflaster verstanden, in welchen basisches margarinsaures, elainsaures und zuweilen auch stearinsaures Bleioxyd die Träger wirksamer Stoffe sind. Entweder vereinigt man die letzte-

ren mit bereits fertigem Bleiglättepflaster und zuweilen auch mit Bleiweißpflaster, oder die diese constituirenden Bestandtheile entstehen gleichzeitig bei der vorschriftsmässigen Bereitung der hierher gehörigen Pflaster.

1) *Emplastrum adhaesivum s. Emplastrum Lithargyri cum Resina Pini.*

2) *Emplastrum balsamicum Schiffhausii.* Schiffhausen's balsamisches Pflaster. Ursprünglich ein Geheimmittel, welches allmählig als ein Universalpflaster in grossen Ruf kam, so dass die russische Kaiserin Katharina II. dem Erfinder die Vorschrift für 30000 Rubel abkaufte.

72 Thle. Baumöl, 24 Thle. Bleiweiß und 24 Thle. Mennige werden zur gehörigen Pflasterconsistenz gekocht, und halb erkaltet mit 24 Thln. venetianischer Seife, 6 Thln. Camphor und 3 Thln. sibirischen Bibergeils vermischt, malaxirt und ausgerollt.

Es ist demnach ein Gemenge von basischen Salzen der Margarinsäure und Elainsäure mit Bleioxyd und mit Natron, Glycerin, Camphor und Bibergeil. Die Mennige wird dabei wahrscheinlich eben so zersetzt, wie durch andere Säuren, nämlich in Bleisalze und in Bleisuperoxyd, welches dann ebenfalls einen Gemengtheil ausmacht, oder ganz oder theilweise reducirt wird zu Bleioxyd unter Abgabe von Sauerstoff, der dann auf das Glycerin u. s. w. oxydirend wirkt zu noch anderen Gemengtheilen, die aber unbekannt sind.

3) *Emplastrum camphoratum s. Emplastrum saponatum camphoratum.*

4) *Emplastrum ad Clavos Pedum.* Leichdornpflaster. Ist in neuere Pharmacopoen nicht aufgenommen, aber unter diesem Namen ein noch sehr gebräuchliches Hausmittel, für welches in Apotheken viele Privat-Vorschriften existiren. Nach der *Ph. Argent.*, *Ph. Herbig.*, *Ph. Palat.* und *Ph. Wirt.* werden 24 Thle. Mutterharz in Essig gelöst, die Lösung colirt und eingedickt, dann mit 12 Thln. Pech und 6 Thln. Bleiglättepflaster zusammenschmolzen, halb erkaltet mit 1 Thl. Grünspan und zuletzt mit 1 Thl. Salmiak genau vermischt.

5) *Emplastrum consolidans s. E. griseum s. E. de Lapide Calaminari s. Pamphilus Chirurgorum.* Heilpflaster. Galmeipflaster. Nach der *Ph. Bor.* werden 24 Thle. Bleiweißpflaster, 24 Thle. Bleiglättepflaster, 1 Thl. Galmei, 1 Thl. Weihrauch und 1 Thl. Mastix, und nach der *Ph. Hann.* 48 Thle. Bleiglättepflaster, 20 Thle. Baumöl, 16 Thle. Galmei, 1 Thl. Weihrauch und 1 Thl. Mastix sehr genau gemischt, malaxirt und ausgerollt. — Die Abweichungen der vielen übrigen Vorschriften bestehen in der theilweisen oder gänzlichen Substituierung des Bleiglättepflasters oder Bleiweißpflasters durch verschiedene Gemenge von Wachs, Talg, Terpentbin, Bleiglätte, Mennige und Tutia, sowie auch in der Hinzufügung von Myrrha und Camphor. Fast jede Pharmacopoe hat dafür ihre eigene Vorschrift, aber Galmei ist ein constantes Ingredienz.

6) *Emplastrum Cumini.* Mutterkümmelpflaster. Die *Ph. Hann.* lässt 96 Thle. Bleiglättepflaster mit 24 Thln. Wachs und 48 Thln. gekochten Chamillenöls zusammenschmelzen, und dann halb erkaltet mit 1 Thl. ätherischem Mutterkümmelöl und 48 Thln. höchst fein pulverisirtem Mutterkümmel innig vermischen, malaxiren und ausrollen. — Die Vorschriften anderer Pharmacopoen weichen davon ab durch Sub-

stituierung des Bleiglättepflasters durch verschiedene Gemenge von Wachs, Baumöl, Palmplaster and Pech, durch Weglassung des ätherischen Mutterkümmelöls, und durch Hinzufügung von pulverisirten Lorbeeren und gewöhnlichem Kümmel, so dass alle Pharmacopoen andere Vorschriften geben.

7) *Emplastrum Diachalciteos s. Emplastrum Diapalmae.*

8) *Emplastrum diachylon compositum s. E. Lithargyri compositum.*

9) *Emplastrum diachylon cum Mucilaginis s. E. Lithargyri c. Mucilaginis.*

10) *Emplastrum diachylon cum Resina Pini s. E. Lithargyri c. Resina Pini.*

11) *Emplastrum Diapalmae s. E. Diachalciteos.* Palmplaster. Die gewöhnlichsten Vorschriften für dieses früher sehr berühmte Pflaster bestehen darin, dass man frische junge Palmzweige oder frische Eichenblätter mit einem Gemenge von Schmalz und Baumöl bis zur Verflüchtigung der Feuchtigkeit auskocht, durchsiebt, und in diesem Fett dann auf dieselbe Weise, wie beim Silberglättepflaster angegeben worden ist, Bleiglätte auflöst, aber nicht unter Zusatz von Wasser, sondern einer Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd in Wasser. Basisches stearinsaures, elainsaures und margarinsaures Bleioxyd bilden demnach die Hauptmasse, und im Uebrigen enthält das Pflaster die aus den Palmzweigen und Eichenblättern durch Fett ausziehbaren Bestandtheile (vorzüglich Gerbsäure), sowie schwefelsaures Zinkoxyd, und die aus der wechselseitigen Einwirkung derselben entspringenden Zersetzungsproducte. — Die *Ph. univ.* verlangt 24 Thle. frische Eichenblätter, 24 Thle. Schmalz, 24 Thle. Baumöl, 36 Thle. Bleiglätte, 3 Thle. schwefelsaures Zinkoxyd und 24 Thle. Wasser. Die Verschiedenheiten der übrigen Vorschriften bestehen in anderen Verhältnissen der Ingredienzen, in der Weglassung der Palmzweige, Eichenblätter und auch des schwefelsauren Zinkoxyds, in der Substituierung des Schmalzes, Baumöls und der Bleiglätte durch ein Gemenge von schon fertigem Bleiglättepflaster mit Wachs, in der Bereitung durch Kochen gleicher Theile von Bleiglätte, gewöhnlichem Oel, Schmalz und einem Wasserdecoct der Eichenblätter u. s. w.

12) *Emplastrum fuscum s. Emplastrum Matris.*

13) *Emplastrum de Galbano crocatum.* Safranbaltiges Mutterpflaster. Nach der Original-Vorschrift von Mynsicht werden 6 Thle. Mutterharz in Essig gelöst, die Lösung eingedickt, dann mit 3 Thln. Melilotenpflaster, 3 Thln. Silberglättepflaster, 2 Thln. Wachs und 1 Thl. venet. Terpenthin zusammen geschmolzen, und halb erkaltet mit $\frac{3}{4}$ Thln. fein geriebenem Safran vermischt, malaxirt und ausgerollt. — Es ist braungelb, klebend, riecht nach Mutterharz und muss verschlossen aufbewahrt werden.

Von vielen Pharmacopoen ist diese Vorschrift unverändert aufgenommen, von anderen aber verändert worden, theils durch Lösung des Mutterharzes in dem vorgeschriebenem Terpenthin, anstatt besonders in Essig, theils durch Abänderung der relativen Verhältnisse der angeführten Ingredienzen, und theils durch Weglassung des Bleiglättepflasters.

14) *Emplastrum griseum s. Emplastrum consolidans.*

15) *Emplastrum Hydrargyri s. E. mercuriale.* Quecksilber-

pflaster. Mercurialpflaster. Wird nach mehreren Pharmacopoen (*Ph. Bor., Ph. Hann., Ph. Hass., Ph. Old., Ph. Pol., Ph. Sleso.-Hols.*) auf die Weise bereitet, dass man 24 Thle. Silberglättepflaster mit 6 Thln. Wachs zusammenschmilzt, und halb erkaltet mit einem getödteten Gemenge von 8 Thln. Quecksilber und 4 Thln. Terpenthin vermischt, malaxirt und ausrollt.

Ist rein bleigrau, durchaus gleichförmig, lässt im Geruch deutlich Silberglättepflaster und Terpenthin erkennen, wird mit der Zeit härter und blasser. Zeigt es in seiner Masse eingeklebte schmutzig gelbe Punkte, so ist die Mischung unvollständig ausgeführt; sieht man aufsen oder auf dem Bruche mit einer Loupe Quecksilberkügelchen, so ist dieses Metall nicht gehörig getödtet gewesen, oder das getödtete Gemenge in das noch zu heisse Gemenge von Pflaster und Wachs eingetragen, wodurch das getödtete Metall theilweise zu erkennbaren Metallkügelchen wieder cohäriert; hat es eine schwarze Farbe, so ist zur Erleichterung des Tödtens des Quecksilbers etwas Schwefel zugesetzt worden, wodurch eine Portion schwarzes Schwefelquecksilber gebildet worden ist, oder es ist zu wenig Quecksilber genommen und die davon abhängige blässere Farbe, unzuweckmäfsig genug, durch Kienrufs zu verdecken gesucht. Man findet dies leicht durch Behandlung des Pflasters mit Königswasser, wobei der Kienrufs ungelöst bleibt.

Die Vorschriften anderer Pharmacopoen weichen von dieser und aufserdem unter sich mannichfach von einander ab, durch Veränderung der relativen Verhältnisse der Bestandtheile, durch theilweise oder gänzliche Substituierung des Terpenthins durch Talg, Schmalz, Talg und Schmalz, Schwefelbalsam, Fichtenharz und Baumöl, so wie durch Substituierung des Silberglättepflasters mit verschiedenen Gemengen von Wachs, Talg, Wallrath und Schmalz mit Schierlingspflaster und gelbem Pflaster.

16) *Emplastrum de lapide Calaminari s. E. consolidans.*

17) *Emplastrum Lithargyri compositum s. E. diachylon compositum.* Zusammengesetztes Silberglätte- oder Diachylonpflaster. Die Vorschrift der *Ph. Bor.*, welche daraus in die *Ph. Hann., Ph. Old., Ph. Pol.* und *Ph. Sleso.-Hols.* aufgenommen worden ist, besteht darin, dass man 48 Thle. Silberglättepflaster mit 6 Thln. Wachs zusammenschmilzt, und halb erkaltet mit einer in gelinder Wärme dargestellten klaren Lösung von 4 Thln. Ammoniakgummi und 4 Thln. Mutterharz in 4 Thln. Terpenthin genau vermischt, malaxirt und ausrollt.

Ist bräunlichgelb, gleichförmig, zähe, wird leicht weich und klebend, lässt im Geruch das Silberglättepflaster, aber auch bestimmt die beiden Gummiharze erkennen. Wird mit der Zeit härter, geruchloser und unwirksamer. — Darf keine eingeklebte Punkte in seiner Masse erkennen lassen, indem sie die Anwendung zu unreiner Gummiharze oder deren nicht völlige Einmischung darlegen.

Die Vorschriften der vielen übrigen Pharmacopoen weichen mannichfach davon und auch wiederum unter sich ab, theils durch Veränderung der relativen Verhältnisse der angeführten Ingredienzen, theils durch Zusätze von Sagapen, Bdellium, Opoponax, Fichtenharz; theils durch einen Zusatz von Safran, wodurch es eine gelbrothe Farbe erhält, mit welcher es namentlich dem Publikum so bekannt geworden ist, dass der Apötheker zur Befriedigung desselben das nach

der gesetzlichen Vorschrift bereitete Pflaster auch der Billigkeit wegen mit Orlean gefärbt vorrätbig zu halten gezwungen ist.

18) *Emplastrum Lithargyri cum Mucilagibus s. Empl. diachylon cum Mucilagibus*. Ein Gemenge von basischem margarinsäuren und clainsäuren Bleioxyd mit dem Schleimen von Bockshornsamem, Leinsamen und der Eibischwurzel. Gewöhnlich werden 18 Thle. Bleiglätte mit 36 Thln. Baumöl in der oben angeführten Art zu einem Pflaster gekocht und dieses mit 12 Thln. Bockshornsamenschleim, 12 Thle. Leinsamenschleim und 12 Thle. Eibischwurzel schleim zur Pflasterconsistenz verdunstet. Nach einigen Vorschriften wird der Bockshornsamenschleim weggelassen, und auch ein anderes Verhältniss der Ingredienzen verlangt.

19) *Emplastrum Lithargyri cum Resina Pini s. Emplastrum Diachylon cum Resina Pini s. Empl. adhaesivum*. Gemeines einfaches Heftpflaster. Entsteht durch Vereinigung des Bleiglättepflasters mit dem Harz von Fichten, Tannen und Kiefern. Wenige Pharmacopoen haben dafür einerlei Vorschrift, und die Verschiedenheiten derselben bestehen theils in ungleichen Verhältnissen zwischen Pflaster und Harz, theils in der Verschiedenheit des geforderten Harzes, theils in der verlangten ungleichen Behandlungsweise.

Die *Ph. Bor.* lässt 2 Thle. Pflaster und 1 Thl. gekochten Terpenthin $\frac{1}{4}$ Stunde lang unter fortwährendem Umrühren zusammenschmelzen. Die *Ph. Americ.*, *Ph. Lond.* und *Ph. Lusit.* fordern 6 Thle. Pflaster und 1 Thl. gekochten Terpenthin, und die *Ph. Edinb.* 7 Thle. Pflaster und 1 Thl. gekochten Terpenthin. Die *Ph. Hann.*, *Ph. Rossic.*, *Ph. Amstel.*, *Ph. Bat.* und *Ph. Belg.* verlangen 6 Thle. Pflaster und 1 Thl. gelbes Fichtenharz. Die *Ph. Gall.* und *Ph. Genev.* schreiben 6 Thle. Pflaster und 1 Thl. weißes Tannenharz vor. Nach der *Ph. Hass. El.* werden 48 Thle. Pflaster, 48 Thle. gelbes Fichtenharz und 1 Thl. venet. Terpenthin vereinigt. Die *Ph. Parm.* lässt 4 Thle. Pflaster und 1 Thl. burgundisches Pech zusammenschmelzen. Die *Ph. Wirt.* verlangt 2 Thle. Pflaster und 1 Thl. burgundisches Pech. Die *Ph. mil. Bad.* fordert gleiche Theile Pflaster, burgundisches Pech und Colophonium, und die *Ph. univ.* 2 Thle. Pflaster, 1 Thl. weißes Harz und 1 Thl. Colophonium. Die *Ph. Bav.* lässt 12 Thle. Schmalz mit 8 Thln. Bleiglätte zu einem Pflaster kochen und dieses mit 6 Thln. gelbem Harz und 3 Thln. Pech vereinigen. Nach der *Ph. Fennic.* und *Ph. Suecic.* werden 24 Thle. Baumöl mit 12 Thln. Bleiglätte und 4 Thln. Bleiweiß zu einem Pflaster gekocht, und dieses mit 8 Thln. Wachs und 2 Thln. Terpenthin vermischt u. s. w.

Die Anwendung dieses Pflasters gründet sich ganz und gar auf seine Klebkraft, und diese scheint ihren Grund in der Zersetzung des Pflasters durch das Harz und in der Bildung neuer Verbindungen zu haben, so dass die Brauchbarkeit desselben weniger von der Art des Harzes, sondern vielmehr von dem Verhältniss zwischen Pflaster und Harz, und vor Allem von deren Behandlungsweise abhängt.

Das Bleiglättepflaster ist, wie oben angeführt wurde, ein Gemenge von basischen Bleioxydsalzen. Die vorgeschriebenen Harze sind ungleiche Gemenge von elektronegativen, d. h. mit Basen verbindbaren, Harzen, die Sylvinsäure und Pininsäure genannt worden sind. In dem Terpenthin, so wie in dem weißen Harze und dem gekochten Terpenthin sind sie unverändert und in den beiden letzteren mit nur sehr we-

nig Terpentinöl vermischt. Durch Schmelzen erleiden diese Harze eine Veränderung, indem die Sylvinsäure allmählig in Pininsäure und diese wiederum in die braun gefärbte elektronegativere Colopholsäure übergeht, welche letztere in dem gelben Harze und in dem damit übereinkommenden burgundischen Pech in kleiner Menge und in dem Colophonium zu etwa 10 Proc. enthalten ist und deren dunklere Farbe bedingt. Beim Zusammenschmelzen mit dem Pflaster müssen sie dieselbe Veränderung erleiden und, wenn das Schmelzen längere Zeit geschieht, vielleicht so weit, dass keine Sylvinsäure mehr vorhanden ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie dabei aus den basischen Bleisalzen Bleioxyd wegnehmen, und sie in neutrale Salze verwandeln, so dass das Heftpflaster ein Gemenge von neutralem margarinsauren und elainsauren Bleioxyd einerseits und den Verbindungen der Harze mit Bleioxyd andererseits seyn würde, und dass das Heftpflaster seine Klebkraft hauptsächlich den letzteren Verbindungen verdankt, vorzüglich der des Bleioxyds mit der ganz neu entstandenen Colopholsäure, wenigstens spricht dafür die Erfahrung, dass das Pflaster nur dann gehörig klebend ist, wenn man es so lange über gelindem, nicht zerstörend einwirkendem Feuer geschmolzen erhalten hat, dass es ganz durchsichtig und bräunlich geworden ist, und dass durch Vereinigung von geschmolzenem Bleiglätteplaster mit gesiebt Colophonium viel schneller ein klebendes Pflaster erhalten wird. Daraus folgt, dass die *Ph. mil. Bad.* und die *Ph. univ.* die besseren Vorschriften haben, und dass die beste Bereitung wahrscheinlich darin bestehen wird, das Bleiglätteplaster gerade mit so viel Colophonium bis zur Durchsichtigkeit zusammenzuschmelzen, dass die basischen Salze des ersteren in neutrale verwandelt werden. Ein Zusatz von Terpentin, der nur insofern für eine gewisse Zeit die Klebkraft vermehren kann, als das darin enthaltene Terpentinöl dem Ganzen mehr Weichheit giebt, ist gewiss nicht nöthig, da das bis zur Durchsichtigkeit geschmolzene Heftpflaster eine solche Klebkraft besitzt, dass es erst einige Zeit nach der Bereitung ausgerollt werden kann. Ein Zusatz von Wachs ist unstreitig zweckwidrig.

20) *Emplastrum Matris s. Emplastrum fuscum.* Mutterpflaster. Braunes Pflaster. Wird in einigen Pharmacopoen (*Ph. Bor.*) mit dem folgenden *Empl. Minii adustum* zusammengeworfen, ist aber doch davon verschieden und nach früheren Vorschriften bereitet in vielen Gegenden ein sehr gebräuchliches Volksmittel.

Die *Ph. univ.* giebt dafür folgende, aus dem *Cod. Gall.* von 1837 entlehnte und nur in der Bereitungsweise zweckmäßig abgeänderte Vorschrift: 24 Thle. Baumöl werden bis zur braunen Farbe und Entwicklung von weißen Dämpfen erhitzt, dann mit 12 Thln. gesiebter Bleiglätte zu einem Pflaster von schwarzbrauner Farbe gekocht und dieses mit 12 Thln. Talg, 12 Thln. frischer ungesalzener Butter, 12 Thln. Schmalz, 12 Thln. Wachs und 4 Thln. schwarzem Pech zusammengeschmolzen, und wie Cerate in quadratische Tafeln verwandelt. — Die Veränderungen, welche dabei die basischen Bleisalze und das Glycerin erleiden, sind unbekannt.

Es hat eine braune Farbe, eine Consistenz zwischen Pflaster und Salben, ist geschmolzen durchsichtig und wird bei der Aufbewahrung allmählig blasser.

Einige Pharmacopoen lassen das schwarze Pech, was zur längeren

Erhaltung der gewohnten dunklen Farbe zweckmäÙig ist, weg, andere fordern etwas abgeänderte Verhältnisse der Ingredienzen, und noch andere haben ähnliche, aber doch verschiedene Vorschriften.

21) *Emplastrum mercuriale s. Emplastrum Hydrargyri.*

22) *Emplastrum Minii adustum s. E. Noricum s. E. Norimbergense.* Nürnberger Pflaster. Nach dem *Disp. Norimb.* werden 24 Thle. Baumöl mit 16 Thln. Mennige und 8 Thln. Essig unter stetem Umrühren gekocht, bis daraus eine gleichförmige, schwarzbraune Pflastermasse entstanden ist, die man dann mit 3 Thln. Wachs zusammenschmilzt und halb erkaltet mit $\frac{1}{2}$ Thl., in ein wenig Baumöl gelösten, Camphor innig vermischt und in quadratische Tafeln verwandelt. Sehr wahrscheinlich erleidet die Mennige, = $\text{Pb} + \text{Pb}$, im Anfange dieselbe Zersetzung, wie gewöhnlich durch Säuren, d. h. in Pb und in 2 Pb , zunächst theilweise durch Essigsäure, die aber darauf wieder ausgetrieben wird und wegdunstet, und nachher unter Bildung von Glycerin durch Margarinsäure und Elainsäure, deren basische Bleisalze dann, so wie Glycerin und Bleisuperoxyd bei einem gewissen Momente in der kochenden Pflastermasse vorhanden seyn müssen, aber späterhin theils in Folge von mangelndem Wasser, theils durch die höhere Temperatur und theils durch die oxydirende Einwirkung des Superoxyds mehr oder weniger metamorphosirt werden zu Producten, deren Anzahl und Natur in diesem Pflaster noch nicht untersucht worden ist, aber wahrscheinlich entsteht durch die Einwirkung des Superoxyds auf die Margarinsäure übermargarinsaures Bleioxyd.

Die Vorschriften anderer Pharmacopöen weichen davon insofern ab, als sie theils andere relative Verhältnisse der Ingredienzen, theils die Weglassung des Essigs und auch des Wachses oder dessen Substituierung durch venet. Seife, theils einen Zusatz von Pech, so wie auch die theilweise Substituierung der Mennige und des Baumöls durch Bleiglättepflaster verlangen.

23) *Emplastrum miraculosum s. Emplastrum saponatum Barbetti.*

24) *Emplastrum noricum s. Emplastrum Minii adustum.*

25) *Emplastrum Norimbergense s. Emplastrum Minii adustum.*

26) *Emplastrum saponatum.* Einfaches Seifenpflaster.

Ist nach den meisten Pharmacopöen ein Gemenge von Bleiglättepflaster mit venetianischer Seife, aber in ungleichen Verhältnissen, z. B. = 8 : 1, 6 : 1, 3 : 1. Die Verschiedenheiten in den Vorschriften anderer Pharmacopöen bestehen in der theilweisen oder gänzlichen Substituierung des einfachen Silberglättepflasters durch zusammengesetztes, so wie auch durch Heftpflaster, und in einem Zusatze von Wachs.

27) *Emplastrum saponatum Barbetti.* Barbette's Seifenpflaster. Damit stimmt das allgemein bekannt gewordene *Emplastrum miraculosum* so überein, dass man dieses mit Recht nicht mehr als ein besonderes Pflaster betrachtet.

a) *Cum Camphora.* Alle Vorschriften kommen darauf zurück, dass man Mennige und Bleiweiß mit Baumöl unter stetem Umrühren und angemessenem Wasserzusatz zu einem Pflaster kocht und dieses mit venetianischer Seife und Camphor vermischt. Einige Pharmacopöen lassen auch Wachs zusetzen und andere das Baumöl theilweise durch Schmalz substituieren. Die Theorie ergibt sich aus dem, was bei einigen der vorhergehenden Pflaster angeführt worden ist. Die

Ph. Wirt., *Ph. Brunso.*, *Ph. Vienn.* und *Ph. Palat.* verlangen 8 Thle. Bleiweiß, 8 Thle. Mennige, 24 Thle. Baumöl, 8 Thle. Seife und 1 Thl. Camphor; die *Ph. Danic.* 18 Thle. Bleiweiß, 18 Thle. Mennige, 36 Thle. Baumöl, 6 Thle. Seife und $\frac{3}{4}$ Thle. Camphor; das *Disp. Prag.* und *Ratib.* 10 Thle. Bleiweiß, 10 Thle. Mennige, 24 Thle. Baumöl, 1 Thl. Schmalz, 10 Thle. Seife und 1 Thl. Camphor u. s. w.

b) *Sine Camphora.* Unterscheidet sich im Wesentlichen von dem vorhergehenden nur durch die Weglassung des Camphors. Das *Disp. Brand.* lässt 6 Thle. Bleiweiß und 6 Thle. Mennige mit 20 Thln. Baumöl zu einem Pflaster kochen und dieses mit 3 Thln. Seife vermischen. Das *Disp. Arg.* fordert 4 Thle. Bleiweiß, 4 Thle. Mennige, 16 Thle. Baumöl, $\frac{1}{2}$ Thl. Schmalz und 4 Thle. Seife. Die *Ph. Gall.* verlangt, aus 8 Thln. Bleiweiß, 64 Thln. Bleiglätteplaster und 3 Thln. Wachs durch Kochen mit Wasser ein Pflaster zu bilden und dieses mit 4 Thln. Seife zu vermischen.

Diese beiden unter 25 und 26 aufgeführten Pflaster sind in neueren Pharmacopoen ziemlich allgemein durch das folgende, dem letzteren sehr ähnliche Pflaster verdrängt worden.

28) *Emplastrum saponatum camphoratum s. Emplastrum camphoratum.* Camphorhaltiges Seifenpflaster. Nach den meisten Pharmacopoen werden 72 Thle. Bleiglätteplaster mit 1 Thl. Wachs in gelinder Wärme zusammengeschmolzen, dann 6 Thle. fein geriebene spanische Seife eingerührt und halb erkaltet mit 1 Thl. Camphor, der in wenig Baumöl aufgelöst worden ist, vermischt, malaxirt, und in Stangen ausgerollt, oder wie gewöhnlich nach Art der Cerate in quadratische Stücke geformt.

Die Vorschriften anderer Pharmacopoen unterscheiden sich durch andere Verhältnisse der Ingredienzen, durch Weglassung des Wachses, und durch Substituierung des Bleiglätteplasters durch Wachs und weißes Harz oder durch Bleiweißpflaster.

29) *Emplastrum de spermate Ranarum.* Froschlaichpflaster. Ist von Aerzten verlassen, wird aber von Landleuten noch sehr häufig verlangt. Findet sich in neueren Pharmacopoen nicht mehr aufgeführt. Darunter wird jetzt allgemein das oben angeführte Bleiweißpflaster verstanden und verabreicht, was aber doch davon verschieden ist.

Die *Disp. August.*, *D. Palat.*, *D. Prag.* und *D. Ratib.* lassen 3 Pfd. Froschlaich, 3 Pfd. Baumöl und $4\frac{1}{2}$ Pfd. Bleiweiß zu einem Pflaster kochen und dieses mit 1 Pfd. Wachs, 4 Unzen Alaun, 2 Drachmen Terpenthin und 1 Unze Camphor vermischen. Die *Ph. Wirt.* fordert, gleiche Theile Froschlaich und Baumöl bis zur Verdunstung der Feuchtigkeit zu kochen, dann aus 60 Thln. von diesem Oel mit 60 Thln. Bleiweiß durch Kochen unter Zutropfen von destillirtem Essig ein Pflaster zu bilden, und dieses mit 5 Thln. Alaun und 1 Thl. in Alkohol gelöstem Camphor zu vermischen. — Die Vorschriften des *Disp. Vienn.* und *D. Argent.* sind nicht wesentlich verschieden.

2. *Emplastra cerodea.* Wachspflaster.

1) *Emplastrum Ammoniaci.* Ammoniakgummipflaster. Die *Ph. Bor.* giebt dafür folgende Vorschrift: 4 Thle. Wachs werden mit 4 Thln. burgundischem Harz zusammengeschmolzen, halb erkaltet

mit einer in gelinder Wärme bewirkten Lösung von 6 Thln. gereinigtem Ammoniakgummi und 2 Thln. gereinigtem Mutterharz in 4 Thln. Terpenthin genau vermischt, malaxirt und ausgerollt. — Es hat eine bräunlich gelbgraue Farbe und einen starken Geruch, vorzüglich nach den drei letzten Ingredienzen. — Dieselbe Vorschrift ist auch in die *Ph. Hann.*, *Ph. Old.*, *Ph. Pol.*; *Ph. Hamb.* und *Ph. Sleso. Hols.* aufgenommen worden. Aber die *Ph. Lond.*, *Ph. Amer.*, *Ph. Bat.*, *Ph. Dan.*, *Ph. Dubl.* und *Ph. Edinb.* lassen 5 Thle. Ammoniakgummi in 8 Thln. destillirtem Essig auflösen und die Lösung in einem eisernen Gefäße im Marienbade unter stetem Umrühren bis zur Pflasterconsistenz eindampfen. Die *Ph. Succ.* lässt 4 Thle. Ammoniakgummi mit 2 Thln. Meerzwiebeleessig eben so behandeln und nennt das Product *Emplastrum Ammoniaci cum Aceto scillitico*. Unter dem Namen *Emplastrum de Ammoniaco* enthalten die *Ph. Wirt.* und das *Disp. Prag.* sehr complicirte Vorschriften für Pflaster, die jetzt nicht mehr gebräuchlich sind.

2) *Emplastrum Ammoniaci cum Mercurio*. Die *Ph. Lond.* lässt 24 Thle. Quecksilber mit 1 Thl. geschwefeltem Leinöl völlig tödten und dann mit einer in gelinder Wärme bewirkten Lösung von 96 Thln. Ammoniakgummi in 24 Thln. Terpenthin innig vermischen. Die *Ph. Dubl.* hat diese Vorschrift insofern verändert, dass sie das Quecksilber nicht mit geschwefeltem Leinöl, sondern mit 2 Thln. Terpenthin tödten lässt.

3) *Emplastrum aromaticum s. Empl. stomachicum*. Gewürzhaftes Pflaster. Magenpflaster. Nach der *Ph. Bor.* werden 64 Thle. Wachs, 48 Thle. Hammeltalg und 16 Thle. Terpenthin zusammengeschmolzen, halb erkaltet mit 32 Thln. Weihrauch, 16 Thln. Benzoë, 12 Thln. Muscatöl, 2 Thln. Pfeffermünzöl und 2 Thln. Nelkenöl genau vermischt, malaxirt und ausgerollt. — Es ist graubraun, zähe, riecht gewürzhaft, und muss verschlossen aufbewahrt werden.

Dieselbe Vorschrift ist in die *Ph. Sleso.-Hols.* aufgenommen worden, auch in die *Ph. Hann.*, *Ph. Bat.*, *Ph. Belg.*, *Ph. Old.* und *Ph. Sax.*, aber in diese 5 letzteren mit der Abänderung, dass Terpenthin und Benzoë weggelassen und dass Nelkenöl durch 16 Thle. fein geriebene Nelken substituiert wird. Die *Ph. Bav.* lässt aus 32 Thln. Wachs, 32 Thln. Talg, 16 Thln. Weihrauch, 8 Thln. Nelken und 1 Thl. Pfeffermünzöl auf ähnliche Weise dieses Pflaster darstellen. Nach der *Ph. Lusit.* werden 24 Thle. Ladanum mit 8 Thln. Weihrauch geschmolzen und halb erkaltet mit 4 Thln. Muscatöl, 4 Thln. Perubalsam und 4 Thln. pulverisirtem Zimmet vermischt. Die *Ph. Dubl.* fordert, aus 24 Thln. Fichtenharz, 4 Thln. Wachs, 6 Thln. pulverisirtem Zimmet, 2 Thln. Nelkenpfefferöl und 2 Thln. Pfeffermünzöl das Pflaster darzustellen.

4) *Emplastrum Cantharidum ordinarium s. Empl. vesicatorium ordinarium*. Gewöhnliches Spanischfliegenpflaster oder Blasenpflaster. Ein sehr wichtiges Pflaster, in welchem gröblich gepulverte spanische Fliegen in Folge ihres Gehalts an Cantharidin den wirksamen Theil ausmachen. Der Träger derselben ist zwar gleichgültig, aber er muss zwei Bedingungen erfüllen, nämlich 1) darf er keine Bestandtheile enthalten, die das Cantharidin unwirksam machen, was namentlich durch Bleioxyd geschieht, so dass also Bleipflaster, die mitunter wohl vorgeschlagen sind, sehr unzweckmäßige Träger seyn würden, und 2) muss er einerseits nicht zu weich und zu klebend und an-

dererseits nicht zu hart seyn, damit das Pflaster, nachdem es Blasen gezogen hat, leicht und ohne Verletzung und ohne Schmerz wieder abgenommen werden kann, Bedingungen, die nur durch ein richtiges Verhältniss zwischen Harz und Fett erreicht werden. Die Vorschriften aller Pharmacopoeen stimmen darin mit einander überein, dass sie zunächst den Träger in der Wärme bereiten und ihn halb erkaltet mit gröblich zerstoßenen spanischen Fliegen genau vermischen und dann in Stangen ausrollen lassen, aber sie weichen insofern von einander ab, dass sie ein verschiedenes relatives Verhältniss zwischen den spanischen Fliegen und dem Träger fordern, was zwischen 1 : 1½ bis 1 : 4 schwankt, und dass sie den Träger von ungleicher Beschaffenheit darzustellen verlangen. Die Ingredienzen des letzteren sind gewöhnlich Wachs, Talg, Schmalz, Baumöl, Colophonium, Fichtenharz, und Terpenthin. Beispielsweise folgende Vorschriften: Die *Ph. Bor.*, *Ph. Hann.*, *Ph. Bav.*, *Ph. Hamb.*, *Ph. Hass.* und *Ph. Sleso.-Hols.* fordern 12 Thle. Wachs, 3 Thle. Terpenthin, 3 Thle. Baumöl und 6 Thle. spanische Fliegen; die *Ph. Danic.*, *Ph. Fenn.* und *Ph. Succ.*: 10 Thle. Wachs, 3 Thle. Terpenthin, 3 Thle. Baumöl und 6 Thle. span. Fliegen; die *Ph. Pol.*: 12 Thle. Wachs, 3 Thle. Terpenthin, 3 Thle. Schmelz und 6 Thle. span. Fliegen; das *Disp. Lipp.*: 12 Thle. Wachs, 3 Thle. Terpenthin, 3 Thle. Baumöl und 8 Thle. spanische Fliegen; die *Ph. Amer.*: 8 Thle. Wachs, 8 Thle. weißes Harz, 8 Thle. Baumöl und 12 Thle. spanische Fliegen; die *Ph. Belg.*, *Ph. Bat.*, *Ph. Amstel.*: 8 Thle. Wachs, 4 Thle. Geigenharz, 4 Thle. weißes Harz, 3 Thle. Schmalz und 8 Thle. spanische Fliegen; die *Ph. Austr.*: 8 Thle. Wachs, 2 Thle. Terpenthin, 2 Thle. Schmalz und 6 Thle. span. Fliegen u. s. w.

Einige Pharmacopoeen schreiben auch einen andern Träger, so wie auch Zusätze von Camphor und Euphorbium vor. Das *Disp. Fuld.* lässt 32 Thle. Melilotenpflaster mit 12 Thln. spanischen Fliegen und 1 Thl. Camphor vermischen. Das *Disp. Brunsv.* verlangt 4 Thle. Elemi, 4 Thle. Mastix, 4 Thle. Tacamahac, 3 Thle. flüssigen Storax und 2½ Thl. spanische Fliegen. Die *Ph. Hisp.* fordert 2 Thle. Wachs, 2 Thle. Geigenharz, 2 Thle. Terpenthin, 1 Thl. Euphorbium und 3 Thle. spanische Fliegen u. s. w.

Eine sehr vorzügliche Vorschrift scheint die *Ph. univ.* zu enthalten, nach welcher gleiche Theile Wachs, Geigenharz, Talg und spanische Fliegen gefordert werden.

5) *Emplastrum Cicutae s. Emplastrum Conii.*

6) *Emplastrum Conii s. Emplastrum Cicutae.* Schierlingspflaster. Nach der *Ph. Bor.*, *Ph. Hann.*, *Ph. Bav.*, *Ph. Belg.*, *Ph. Pol.*, *Ph. Succ.* und *Ph. Sleso.-Hols.* werden 2 Thle. Wachs, 1 Thl. Geigenharz und 1 Thl. Baumöl zusammengeschmolzen, und halb erkaltet mit 2 Thln. gepulvertem Schierlingskraut vermischt, mit Oel (nicht mit Wasser) malaxirt und ausgerollt. — Es ist weich, graugrün, wird leicht schimmelig, und ist daher in Wachspapier eingewickelt aufzubewahren.

Die Vorschriften anderer Pharmacopoeen unterscheiden sich theils durch ein anderes relatives Verhältniss derselben Ingredienzen, theils durch Substituierung des Geigenharzes und Baumöls mit Bleiglättepflaster und theils durch partielle Substituierung des gepulverten Schierlingskrautes mit Schierlingsextract u. s. w.

7) *Emplastrum citrinum s. Ceratum Resinae Pini.*

8) *Emplastrum confortativum s. Empl. defensivum rubrum.*

9) *Emplastrum defensivum rubrum s. Empl. confortativum.* Schützendes Pflaster. Milchpflaster. Für dieses Pflaster giebt fast jede Pharmacopoe, worin es aufgenommen worden ist, eine ganz verschiedene Vorschrift. Es hat eine rothe Farbe von ungleichen Nüancen, je nachdem sie zufolge der Vorschrift durch Mennige, Eisenoxyd, Drachenblut und armenischen Bolus, bald einzeln bald durch mehrere davon zugleich entstanden ist. Von den wenigen neueren Pharmacopoeen, die dasselbe aufgenommen haben, giebt die *Ph. Hann.* folgende Vorschrift: 48 Thle. Wachs, 48 Thle. Talg und 4 Thle. Wallrath werden zusammengeschmolzen und halb erkaltet mit 24 Thln. Mennige, 48 Thln. Bleiweiß und einer Lösung von 6 Thln. Camphor in 24 Thln. Baumöl innig vermischt.

10) *Emplastrum diaphoreticum Mynsichti.* Mynsicht's schweißstreibendes Pflaster. Nach Mynsicht's Vorschrift werden 18 Thle. Wachs und 8 Thle. Geigenharz zusammengeschmolzen, halb erkaltet mit einer in gelinder Wärme bewirkten Lösung von 4 Thln. Ammoniakgummi in 4 Thln. Terpenthin vermischt und dann mit einem höchst fein geriebenen Gemenge von 1 Thl. Mastix, 1 Thl. Weihrauch, 2 Thln. Sandarac, 6 Thln. Bernstein und 8 Thln. Bdelium bis zur möglichen Gleichförmigkeit durchgearbeitet und ausgerollt. — Diese Vorschrift ist in die meisten Pharmacopoeen unverändert aufgenommen worden, aber einige (z. B. die *Ph. Sax.* und *Ph. Sard.*) haben darin einige Abänderungen getroffen.

11) *Emplastrum diapompholygos s. Empl. zincico-plumbicum.* Ein wenig gebräuchliches und nur in wenigen Pharmacopoeen aufgenommenes Pflaster, welches vorzüglich Zinkoxyd und Bleioxyd als wirksame Bestandtheile enthält. Die *Ph. Fenn.* und *Ph. Suec.* lassen 24 Thle. Wachs und 12 Thle. Baumöl zusammenschmelzen und dann mit 12 Thln. Bleiasche, 8 Thln. Bleiweiß, 6 Thln. Zinkoxyd und 3 Thln. Weihrauch gehörig vereinigen. Die *Ph. Bat.* hat dieselbe Vorschrift, aber 2 Thle. Baumöl mehr. Die *Ph. Sax.* verlangt, 16 Thle. Galmeipflaster mit 1 Thl. Bleiasche zu vermischen.

12) *Emplastrum Hyoscyami.* Bilsenkrautpflaster. Wird nach den meisten neueren Pharmacopoeen auf dieselbe Weise, wie das Schierlingspflaster, aus 2 Thln. Wachs, 1 Thl. Geigenharz, 1 Thl. Baumöl und 2 Thln. pulverisirtem Bilsenkraut dargestellt. — Ist weich, braungrün, wird leicht schimmelig und muss in Wachspapier eingewickelt aufbewahrt werden.

In Rücksicht auf die Vorschriften anderer Pharmacopoeen gilt hier ungefähr dasselbe, als was bei dem Schierlingspflaster angeführt wurde.

13) *Emplastrum Meliloti.* Melilotenpflaster. Wird nach den meisten neueren Pharmacopoeen ebenso wie das Schierlings- und Bilsenkrautpflaster aus 2 Thln. Wachs, 1 Thl. Geigenharz, 1 Thl. Baumöl und 2 Thln. pulverisirtem Melilotenkraut bereitet. — Ist grünlich gelbbraun, weich, wird leicht schimmelig, riecht angenehm nach Melilotenkraut, und muss in Wachspapier eingewickelt aufbewahrt werden.

Die Vorschriften anderer, namentlich älterer Pharmacopoeen weichen davon ab, theils durch andere relative Verhältnisse derselben Ingredienzen, theils durch einen andern Träger des pulverisirten Melilotenkrautes, den sie auf ungleiche Weise aus Wachs, Talg, Baumöl,

Terpenthin, weißem Harz und Bleiglätteplaster darzustellen fordern, theils durch Zusätze von flüssigem Storax, Ammoniakgummi, Bdellium, Sagapen, Chamillen, Lorbeeren u. s. w., und vorzüglich dadurch, dass sie das Melilotenkraut mit dem vorgeschriebenen Fett extrahiren und dann durch Coliren wieder abscheiden lassen.

14) *Emplastrum oxycroceum*. Harziges Safranpflaster. Ein allgemein bekannt gewordenes und gebräuchliches Pflaster, welches nach den Vorschriften der meisten Pharmacop. seinen Namen einem Zusatz von Safran verdankt. Nach der *Ph. Wirt.*, *Ph. Palat.*, *Disp. Brand.*, *Disp. Brunsv.*, *Disp. Prag.* und *Disp. Vienn.* werden 6 Thle. Wachs, 6 Thle. Geigenharz und 6 Thle. weißes Harz zusammengeschmolzen, dann mit einer in gelinder Wärme bereiteten Lösung von 2 Thln. Ammoniakgummi, 2 Thln. Mutterharz in 2 Thln. Terpenthin vermischt, und halb erkaltet mit einem höchst feinen Gemenge von 2 Thln. Mastix, 2 Thln. Myrrha, 2 Thln. Weibrauch und 2 Thln. Safran innig vereinigt, malaxirt und ausgerollt. Die *Ph. Bor.* hat dieselbe Vorschrift, aber mit Weglassung des weißen Harzes. Die Vorschrift der *Ph. Hann.* unterscheidet sich dadurch, dass sie nur halb so viel Ammoniakgummi, Mutterharz, Myrrha, Weibrauch und Mastix, und nur $\frac{1}{4}$ so viel Safran verlangt, und dass sie das weiße Harz durch schwarzes Pech ersetzen lässt, wodurch das nach ihr hervorgebrachte Pflaster eine schwärzliche Farbe hat. Die Vorschriften anderer Pharmacopoeen weichen ebenfalls durch ungleiche relative Verhältnisse der vorhin angeführten Ingredienzen ab.

Der Billigkeit wegen wird dieses Pflaster fast überall in Apotheken für den Handverkauf ohne Safran dargestellt, bald im Uebrigen nach der gesetzlichen Vorschrift, bald nach Privatformeln, aber roth gefärbt entweder durch Orlean oder durch rothes Santelholz.

15) *Emplastrum Picis liquidae*. Theerpflaster. Unter diesem Namen enthalten die *Ph. Hann.* und *Ph. Sax.* ein Pflaster, welches sie durch Zusammenschmelzen von 32 Thln. Theer, 16 Thln. Wachs und 2 Thln. weißem Harz darzustellen verlangen.

16) *Emplastrum Spermatis Ceti s. Ceratum cetacei album*.

17) *Emplastrum stomachicum s. Emplastrum aromaticum*.

18) *Emplastrum vesicatorium ordinarium s. Emplastrum Cantharidum ordinarium*.

19) *Emplastrum zincico-plumbicum s. Emplastrum diapompholygos*.

3. *Emplastra resinosa*. Harzpflaster.

1) *Emplastrum Asae foetidae s. Emplastrum foetidum*.

2) *Emplastrum Cantharidum perpetuum s. Emplastrum vesicatorium perpetuum Janini*. Immerwährendes oder anhaltendes Spanischfliegenpflaster. Nach der *Ph. Bav.*, *Ph. Hamb.*, *Ph. Fuld.*, *Ph. Old.*, *Ph. Sax.* und *Ph. Hann.* werden 6 Thle. Mastix mit 6 Thln. Terpenthin zusammengeschmolzen und dann mit 2 Thln. pulverisirten spanischen Fliegen und 1 Thl. Euphorbium vermischt. — Die Vorschriften anderer Pharmacopoeen weichen davon ab, theils durch Substituierung des Mastix mit Fichtenharz oder mit einem Gemenge von Wachs, burgundischem Harz und Talg, theils durch Abänderung des relativen Verhältnisses der spanischen Fliegen zu deren

Träger von 1 : 6½ bis 1 : 26, theils durch Weglassung des Euphorbiums, theils dadurch, dass sie gewöhnliches Spanischfliegenpflaster mit weißem Harz vereinigen lassen.

Da die Absicht bei der Anwendung dieses Pflasters darin besteht, dass die spanischen Fliegen keine Blasen ziehen und da dies nur durch die Härte und eigenthümliche Beschaffenheit des Trägers derselben verhindert wird, so scheint die erste von vielen Pharmacopoeen aufgenommene Vorschrift die beste zu sein.

3) *Emplastrum cephalicum* s. *Emplastrum opiatum*.

4) *Emplastrum foetidum* s. *Emplastrum Asae foetidae* s. *Emplastrum resolvens Schmuckeri*. Stinkendes Pflaster. Schmucker's resolvirendes Pflaster. Nach der *Ph. Hann.*, *Ph. Old.*, *Ph. Sax.*, und *Ph. Sleso.-Hols.* werden 12 Thle. Ammoniakgummi und 4 Thle. Stinkasant über gelindem Feuer erweicht und dann mit 2 Thln. spanischer Seife und 1 Thl. Baumöl innig vermischt. — Es ist graubraun, brüchig, hart, riecht stark nach Stinkasant, wird in gelinder Wärme leicht weich und klebend, und muss in Wachspapier eingewickelt aufbewahrt werden.

Die *Ph. Hass.* schreibt nur halb so viel Baumöl und doppelt so viel Seife vor, die *Ph. Bor.* lässt das Baumöl weg, und die *Ph. Pol.* fordert Schmalz anstatt Baumöl. Die Vorschriften der *Ph. Fenn.*, *Ph. Succ.*, *Ph. Bav.*, *Ph. Bat.*, *Ph. Edinb.* und *Ph. Amer.* weichen insofern ab, als sie zusammengeschmolzene Gemenge von Wachs, Harz und Baumöl, oder von Bleiglätteplaster und Wachs mit pulverisirtem Mutterharz oder Ammoniakgummi und Stinkasant vermischen lassen.

5) *Emplastrum Matricale*. Ist dem vorbergehenden sehr ähnlich und durch dasselbe fast allgemein verdrängt worden. Es enthält ungefähr dieselben Stoffe, aber außerdem noch mehrere andere, meistens ähnliche, so dass es vorzüglich nur durch einen Zusatz von Bibergeil verschieden ist. Vorschriften dafür enthalten ältere Pharmacopoeen, namentlich die *Ph. Wirt.*, *Ph. Palat.*, *Ph. Sard.*, *Ph. Danic.*, *Ph. Hisp.*, *Ph. Brunso.*, das *Disp. Brand.*, *Disp. Ratisb.*, *Disp. Prag.*, *Disp. Vienn.*, *Disp. Hamb.* u. s. w.

6) *Emplastrum nigrum sulphuratum* s. *Emplastrum sulphuratum*.

7) *Emplastrum opiatum* s. *Emplastrum cephalicum*. Opiatpflaster. Hauptpflaster. Nach einer in viele Pharmacopoeen aufgenommenen Vorschrift werden 8 Thle. Elemi, 8 Thle. Mastix, 8 Thle. Weibrauch, 4 Thle. Benzoë und 12 Thle. Terpenthin im Wasserbade erhitzt, und nach gehöriger Erweichung und Vereinigung mit 1 Thl. schwarzem Perubalsam und 2 Thln. fein geriebenem Opium innig vermischt. Die *Ph. Hann.* lässt den Perubalsam weg. Die *Ph. Bor.* schreibt vor, 6 Thle. Terpenthin, 1 Thl. Elemi und 1 Thl. Provençer Oel im Wasserbade zu schmelzen, dann mit 4 Thln. Wehrauch, 4 Thln. Mastix und 2 Thln. Benzoë gleichförmig durchzuarbeiten und zuletzt 1 Thl. fein geriebenes Opium innig einzumischen.

8) *Emplastrum resolvens Schmuckeri* s. *Emplastrum foetidum*.

9) *Emplastrum sulphuratum* s. *Emplastrum nigrum sulphuratum*. Schwefelpflaster. Schwarzes Schwefelpflaster. Diesen Namen führen mehrere verschiedene, jetzt nur noch wenig gebräuchliche Pflaster. Bechholz's schwarzes Schwefelpflaster hat jedoch in einigen neueren Pharmacopoeen noch Aufnahme gefunden. Es wird

erhalten, wenn man 36 Thle. Geigenharz schmilzt, etwas erkaltet mit 8 Thln. Myrrha und 8 Thln. Asphalt vereinigt, dann eine in gelinder Wärme bereitete Lösung von 8 Thln. Ammoniakgummi, 8 Thln. Mutterharz und 4 Thln. Sagapen in 12 Thln. Terpenthin hinzusetzt, darauf 16 Thle. Terpenthinöl und 16 Thle. geschwefeltes Leinöl, und zuletzt eine Lösung von 3 Thln. Camphor in wenig Baumöl, und Alles innig durcharbeitet. Die Vorschriften anderer Pharmacopoen sind zum Theil sehr davon verschieden.

10) *Emplastrum vesicatorium perpetuum s. Emplastrum Cantharidum perpetuum.*

4) *Cerata. Cerate.*

1) *Cera arborea s. Ceratum Resinae Pini.*

2) *Cera viridis s. Ceratum Aeruginis.*

3) *Ceratum Aeruginis s. Ceratum viride s. Cera viridis.* Grünes Wachs. Nach der *Ph. Bor.*, *Ph. Hann.*, *Ph. Hass.*, *Ph. Old.*, *Ph. Sax.* und *Disp. Lipp.* werden 12 Thle. Wachs, 6 Thle. gelbes Harz und 4 Thle. Terpenthin zusammengeschmolzen und halb erkaltet mit 1 Thl. fein geriebenem Grünspan innig vermischt und dann in quadratische Stücke geformt.

4) *Ceratum Calaminae s. Ceratum epuloticum.* Galmeicerat. Nach der *Ph. Hann.*, *Ph. Americ.* und *Ph. Lusit.* werden 6 Thle. Wachs mit 12 Thln. Baumöl zusammengeschmolzen, halb erkaltet mit 6 Thln. fein geriebenem Galmei innig vermischt und in quadratische Tafeln geformt. — Die Vorschriften anderer Pharmacopoen weichen davon ab, theils durch andere relative Verhältnisse der Ingredienzen, und theils durch Zusätze von Mennige und Camphor.

5) *Ceratum Cetacei album s. Ceratum labiale album s. Emplastrum Spermatis Ceti.* Weißes Wallrath-Cerat oder -Pflaster. Weiße Lippenpomade. Dafür geben die verschiedenen Pharmacopoen ungleiche Vorschriften. Die *Ph. Bor.* läßt gleiche Theile weißes Wachs, Wallrath und Mandelöl zusammenschmelzen und in quadratische Tafeln formen. Die *Ph. Hann.* und *Ph. Sax.* fordern 6 Thle. weißes Wachs, 6 Thle. weißen Talg und 3 Thle. Wallrath. Die *Ph. Fem.* und *Ph. Suec.* verlangen 12 Thle. Baumöl, 6 Thle. Wallrath und 5 Thle. weißes Wachs. Mynsicht's Vorschrift, nach welcher 4 Thle. weißes Wachs, 2 Thle. Wallrath und, mit Hülfe von Essig, 1 Thl. Mutterharz vereinigt werden, ist in das *Disp. August.*, *Disp. Brand.*, *D. Hamb.*, *D. Palat.*, *D. Ratisb.* und *D. Prag.* aufgenommen worden; das *Disp. Fienn.* läßt $\frac{1}{2}$ Thl. Mandelöl, und das *Disp. Arg.* $\frac{1}{2}$ Thl. venet. Terpenthin hinzusetzen. Die *Ph. Wirt.* schreibt 8 Thle. weißes Wachs, 4 Thle. Wallrath, 1 Thl. Mandelöl, 1 Thl. Mutterharz und 2 Thle. venet. Terpenthin vor.

6) *Ceratum Cetacei rubrum s. Ceratum labiale rubrum.* Rothes Wallrath-Cerat. Rothe Lippenpomade. Nach der *Ph. Hass. El.* werden 12 Thle. Mandelöl, 8 Thle. Wachs, 1 Thl. Wallrath und 1 Thl. Alcannawurzel zusammengeschmolzen, colirt, etwas erkaltet mit 20 Tropfen Nelkenöl vermischt und in quadratische Tafeln geformt. Die Vorschriften der *Ph. Slesv.-Hols.*, *Ph. Hann.* und *Ph. Bor.* unterscheiden sich davon, dass sie 12 Tropfen Citronenöl und 12 Tropfen Bergamottöl, anstatt des Nelkenöls, verlangen, dass die beiden letzten

die Quantität der Alcannawurzel nicht genau bestimmen, und dass die *Ph. Hann.* zur angenehmeren rothen Farbe ein wenig Alaun hinzufügen lässt. Die *Ph. Dan.* und *Ph. Ross.* haben ähnliche Vorschriften, aber Lavendelöl anstatt der angeführten flüchtigen Oele. Die *Ph. Fenn.* und *Ph. Succ.* lassen das nach ihren Vorschriften bereitete *Emplastrum Cetacei album* nur mit Alcannawurzel roth färben, aber nicht mit flüchtigen Oelen vermischen.

- 7) *Ceratum citrinum s. Ceratum Resinae Pini.*
- 8) *Ceratum epuloticum s. Ceratum Calaminae.*
- 9) *Ceratum labiale album s. Ceratum Cetacei album.*
- 10) *Ceratum labiale rubrum s. Ceratum Cetacei rubrum.*
- 11) *Ceratum Resinae Pini s. Ceratum citrinum s. Emplastrum citrinum.* Gelbes Harzcerat. Gelbes Pflaster. Wird nach den meisten Pharmacopöen durch Zusammenschmelzen von gelbem Wachs, Fichtenharz, Talg und Terpenthin, und durch Verwandlung der Masse in quadratische Tafeln erhalten. Die geforderten relativen Verhältnisse sind nicht überall gleich, wonach das Cerat bald härter, bald weicher ist. Härter ist es nach den Vorschriften älterer Pharmacopöen. Das *Disp. August.*, *D. Prag.*, *D. Ratisb.*, *D. Fuld.*, *D. Hamb.* und die *Ph. Palat.* verlangen 6 Thle. gelbes Harz, 3 Thle. gelbes Wachs, 2 Thle. Talg und 1 Thl. Terpenthin. Das *Disp. Brunsv.*, die *Ph. Dan.*, *Ph. Herbip.*, die *Ph. Norimb.*, *Ph. Old.*, *Ph. Ross.* und *Ph. Wirt.* fordern nur 4 Thle. Wachs, 6 Thle. Harz, 2 Thle. Talg und 1 Thl. Terpenthin, und lassen das Ganze durch Curcuma dunkler gelb färben. Aehnlich ist die Vorschrift der *Ph. Argent.* Weicher ist es nach den folgenden Vorschriften: die *Ph. Bor.*, *Ph. Hann.*, *Ph. Austr.*, *Ph. Hass.*, *Ph. Sax.* und *Ph. Slesv.-Hols.* fordern 4 Thle. Wachs, 2 Thle. Harz, 1 Thl. Talg und 1 Thl. Terpenthin. Nach der *Ph. Brem.* besteht es aus 10 Thln. Wachs, 9 Thln. Harz, 8 Thln. Talg und 2 Thln. Terpenthin; nach der *Ph. Succ.* und *Ph. Lond.* aus gleichen Theilen Wachs, Harz und Talg, und nach der *Ph. Gallic.* aus 3 Thln. Harz und 1 Thl. Wachs.

Manche von diesen Producten dienen häufig auch als Baumwachs, *Cera arborea*, in welchem Falle man sie in Stangen ausrollt. Inzwischen existiren für dieses Baumwachs eine große Anzahl von Privat-Vorschriften. Eine gewiss sehr zweckmäßige Vorschrift giebt dafür die *Ph. univ.*, nach welcher 6 Thle. Wachs, 6 Thle. weißes Harz, 6 Thle. Geigenharz, 2 Thle. Terpenthin und 2 Thle. Schmalz eine Zeit lang gelinde zusammen geschmolzen, nach dem Erkalten malaxirt und ausgerollt werden.

- 12) *Ceratum Saturni s. Unguentum saturninum.*
- 13) *Ceratum simplex s. Unguentum simplex s. cereum s. emolliens.*
- 14) *Ceratum viride s. Ceratum Aeruginis.*

Mit Uebergang einer großen Anzahl anderer, theils selten, theils gar nicht mehr gebräuchlicher Pflaster, möge hier ein Pflaster von eigener Art den Beschluss machen, nämlich das

Emplastrum anglicum s. adhaesivum anglicum s. adhaesivum Woodstockii. Court plastre. Englischs Pflaster. Englischs Klebpflaster. Leimtaffent. Dieses Pflaster ist schwarzer, weißer oder fleischrother Taffent (selten sog. Goldschlägerhaut), auf einer Seite mit einer gleichmäßigen dünnen Schicht von Thierleim überzogen, in

Folge dessen der Taffent, auf dieser Seite, mit Wasser oder Speichel befeuchtet, gleich darauf eine längere Zeit fest anklebt, so dass man ihn auf diese Weise zur schützenden Bedeckung auf unbedeutendere Wunden legt. Die Bereitung geschieht so, dass man den Taffent in einem Rahmen stark ausspannt, und dann mittelst eines Pinsels die eine Seite 3 bis 4mal nach einander mit einer, durch kochende Digestion von 1 Thl. Hausenblase, 6 Thln. Wasser und 6 Thln. 60procentigem Alkohol bereiteten und heifs filtrirten Lösung von Thierleim noch warm und flüssig dünn und gleichmäfsig überstreicht, und jedes Mal trocken werden lässt. Nach vielen Pharmacopöen werden der Hausenblaselösung auch noch andere balsamische, wohlriechende, harzige und klebende Stoffe zugesetzt, wie z. B. Benzoë, Storax, Tolubalsam, Perubalsam, Nelkenöl, Zucker u. s. w., die aber häufig, wegen des Reizes, den sie in den Wunden bewirken, weggelassen werden. *Wrs.*

Empyreuma, eine veraltete, mit dem griechischen Worte $\pi\upsilon\rho$, Feuer, gebildete Benennung für die bei der trocknen Destillation entstehenden, meist durch einen eigenthümlichen Geruch ausgezeichneten Producte, daher empyreumatisch gleichbedeutend mit brenzlich. *s.*

Emulsin. *Synaptase*. Unter Emulsin versteht man im Allgemeinen den eiweisartigen Körper der öhaltigen Samen, durch welchen das Oel derselben, wenn man sie mit Wasser zu einer Milch (Emulsion) zerreibt, suspendirt gehalten wird. Jetzt bezeichnet man mit diesem Namen hauptsächlich den Bestandtheil, sowohl der bitteren, wie der süßen Mandeln, durch dessen Einwirkung das Amygdalin in Bittermandelöl, Blausäure und Rohrzucker und das Salicin in Saligenin und Traubenzucker verwandelt wird; aber über die Natur und Zusammensetzung dieses Körpers ist bis jetzt nichts mit Gewissheit angemittelt.

Wöhler und Liebig ¹⁾ beobachteten zuerst den zersetzenden Einfluss, welchen eine Emulsion von süßen Mandeln auf das Amygdalin übt, und stellten das zu ihren Versuchen dienende Emulsin auf die Weise dar, dass sie zerstoßene süße Mandeln mit Aether von allem fetten Oel befreiten, den Rückstand in Wasser lösten und mit Alkohol fällten. Sie zeigten zugleich, dass man das Emulsin auch aus bitteren Mandeln darstellen könne, wenn diese vorher durch Digestion mit kaltem Alkohol vollständig von Amygdalin befreit worden sind. Es scheint ausserdem noch in mehreren Prunus- und Amygdalus-Arten vorzukommen, anderen Pflanzen aber zu fehlen. Zwar glaubte Siemon die Eigenschaften desselben, jedoch in weit geringerem Grade, auch in dem Albumin anderer Samen, im Mohn- und Hanfsamen, sowie im weissen und schwarzen Senf zu finden, doch werden diese Angaben weder durch die früheren Beobachtungen von Wöhler und Liebig, noch durch die späteren von Ortlöff bestätigt.

Robiquet ²⁾ nannte das Emulsin Synaptase (von $\sigma\nu\nu\acute{\alpha}\pi\tau\omega$, ich vereinige); er suchte es von fremden Beimengungen zu trennen, indem er süße Mandeln durch Pressen so viel wie möglich von fettem Oel befreite, die Masse mit ihrem doppelten Gewicht Wasser anrührte, zwei Stunden damit macerirte und auspresste. Aus der erhaltenen Flüssigkeit wurde das Pflanzen-Casein durch Essigsäure gefällt, nach dem Filtriren

¹⁾ Ann. der Pharm. XXII. 18.

²⁾ Journ. de Pharm. XXIV. 326.

das Gummi und Albumin durch essigsäures Bleioxyd abgeschieden, die Flüssigkeit vom Niederschlage getrennt, das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt und aus der abfiltrirten Lösung, welche noch Zucker und Emulsin enthielt, das letztere durch starken Alkohol gefällt, worauf es mit Alkohol gewaschen und im luftleeren Raume getrocknet wurde.

Die Zusammensetzung des Emulsins suchten zuerst Thomson und Richardson ¹⁾ auszumitteln, sie fanden als Mittelzahl von 2 Analysen: Kohlenstoff 48,79, Wasserstoff 7,73, Stickstoff 18,83, Sauerstoff 24,65, doch suchten sie keine Formel daraus zu berechnen. Sie hatten es dargestellt, indem sie süße Mandeln mit Wasser zu einer milchigen Flüssigkeit anrieben, diese mit dem vierfachen Volum Aether bis zur innigen Mischung schüttelten und das Gemisch drei Wochen lang in einem gut verschlossenen Gefäße der Ruhe überließen. Die Flüssigkeit trennte sich in zwei Theile: der untere klare Theil wurde herausgenommen, filtrirt und mit einer reichlichen Menge Alkohol vermischt, welcher das Emulsin in weißen Flocken niederschlug. Es wurde darauf mit Alkohol gewaschen und über Schwefelsäure im luftleeren Raume getrocknet. Neuere Analysen des Emulsins und zwar durchaus von denen Thomson's und Richardson's abweichende, besitzen wir von Ortloff ²⁾. Zur Darstellung desselben schlug er folgenden Weg ein: Er rührte Mandelkleie, welche durch Pressen möglichst vom Oel befreit war, mit dem dreifachen Gewichte destillirten Wassers zu einem dünnen Brei an und brachte diesen in einer leicht bedeckten, weithalsigen Flasche an einen mäßig warmen Ort von etwa 20° — 25° C. Nach einigen Tagen erfolgte eine saure Gährung und es setzte sich auf der Oberfläche der Mandelkleie eine dicke hautartige Schicht von coagulirtem Eiweiß (Casein) ab, während das Emulsin in Lösung blieb. Stand das Gemisch länger als 5 — 7 Tage, so fing es an zu faulen. — Die Flüssigkeit wurde von der Kleie getrennt und durch starken Alkohol das Emulsin gefällt, worauf es mit Alkohol gewaschen und bei einer Temperatur, welche 40° C. nicht erreichte, getrocknet wurde. Ortloff erhielt auf diese Weise gegen 2½ Proc. Emulsin, doch konnte aus der rückständigen Kleie durch Wiederholung des obigen Verfahrens noch etwas mehr erhalten werden. Es enthält noch phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Magnesia beigemischt. Um diese theilweise zu entfernen, wurde das getrocknete Emulsin mit Wasser übergossen, 24 Stunden unter häufigem Umschütteln damit in Berührung gelassen, die Lösung abfiltrirt und von Neuem mit Alkohol gefällt.

Ortloff's vier Analysen gaben als Mittel: Kohlenstoff 27,873, Wasserstoff 5,430, Stickstoff 9,273, Sauerstoff 57,424; aber die Kohlenstoffbestimmungen weichen um $\frac{8}{10}$ und die des Wasserstoffs um $\frac{7}{10}$ Proc. von einander ab, und außerdem wurde ein Emulsin angewandt, welches beim Verbrennen 17,55 Proc. Rückstand hinterließ. Er brachte Blei- und Barytverbindungen hervor, jedoch nicht von constanter Zusammensetzung, aber er berechnete die Formel $C^{10}H^{12,5}N O^{16}$, als den obigen Resultaten am genauesten entsprechend.

Die Eigenschaften des Emulsins fallen, je nach den Bereitungsverfahren, verschieden aus. Nach Th. und Rich. ist es ein weißes Pulver, nach Robiquet eine weißgelbe, brüchige, getrocknetem Kleber ähnliche und nach Ortloff eine röthlichgraue bis röthlichgelbe gummiartige

¹⁾ Annal. der Pharm. XXIX. 180.

²⁾ Arch. der Pharm. XLVIII. 22.

Masse ohne Geschmack und von eigenthümlich süßlichem Geruch. Es ist unlöslich in Alkohol und Aether, aber leicht löslich in Wasser und aus dieser Lösung wird es bei $+60^{\circ}$ C. als Coagulum abgeschieden. Wird die Lösung mit Amygdalin vermischt, so entsteht sogleich der Geruch von Blausäure und Bittermandelöl, aber nachdem es coagulirt ist, hat es diese Wirkung auf Amygdalin verloren. Wöhler und Liebig fanden, dass das Emulsin etwa sein zehnfaches Gewicht von Amygdalin zu zersetzen im Stande sey, die Lösung enthält dann außer Zucker, welcher zu den Zersetzungsproducten des Amygdalins gehört, einen durch Alkohol fillbaren gummiartigen und einen sauer reagirenden, nicht flüchtigen Körper, welche die hierbei auftretenden Zersetzungsproducte des Emulsins zu seyn scheinen. Ortloff dagegen zieht aus seinen Versuchen den Schluss, dass das Emulsin das Amygdalin in unbegrenzter Menge zu zersetzen vermöge, ohne dabei eine Veränderung zu erleiden; ist die Zersetzung scheinbar beendet, so soll sie aufs Neue hervortreten, sobald mehr Wasser hinzugefügt wird.

Das Emulsin wird weder von Mineralsäuren, noch von Pflanzensäuren aus seinen Lösungen abgeschieden und nach Ortloff kann eine mit Säuren vermischte Lösung gekocht werden, ohne zu coaguliren. Durch Gerbsäure aber entsteht ein weißer flockiger Niederschlag. Trocknes Emulsin mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, wird erst beim Erwärmen unter Schwärzung und Gasentwicklung zersetzt, ohne dabei schweflige Säure zu bilden. Mit trockenem Kali erhitzt entwickelt sich viel Ammoniak, weniger stark ist die Ammoniakentwicklung, wenn es mit einer Lösung von Kali gekocht wird, es quillt darin auf und löst sich allmählig. Thomson's und Richardson's Emulsin gab beim Kochen mit Barytwasser viel Ammoniak und ein Theil des Baryts fand sich nachher an eine organische Säure (s. Emulsinsäure) gebunden, woraus sie den Schluss zogen, dass das Emulsin ein Amid sey. Ortloff fand, dass beim Kochen des Emulsins mit Barytwasser nur sehr wenig Ammoniak gebildet wird, es wurde als Coagulum abgeschieden und die erwähnte Säure war nicht gebildet.

Robiquet's Emulsin war nicht durch essigsaures Bleioxyd fillbar, Ortloff dagegen bekam Niederschläge sowohl mit Bleisalzen, wie mit den Salzen anderer Metalloxyde und Erden. Durch Kaliumeisen-cyanür wurde es nicht gefällt. Das Emulsin Robiquet's gab mit Jodtinctur eine intensiv rosenrothe Färbung, Ortloff erhielt diese Reaction nicht. Vergleicht man nun die verschiedenen Angaben über die Eigenschaften des Emulsins, so muss man glauben, dass es auch Ortloff nicht geglückt sey, es in reinem Zustande darzustellen, oder Robiquet müsste in mehreren Fällen gerade das Gegentheil von dem gefunden haben, was zu finden war. — Ortloff's Darstellungsmethode scheint jedoch nicht von der Art zu seyn, dass sie ein sicheres Resultat erwarten lässt; im Gegentheil darf man vermuthen, dass sein Emulsin bereits mit Zersetzungsproducten gemengt war, indem das Gemisch von Mandelklee und Wasser, wenn es länger als die zur Abscheidung des Caseins nöthigen 5—7 Tage stehen blieb, in Fäulniß überzugehen anfangt. — Wir müssen also eine neue Untersuchung abwarten, ehe wir uns eine bestimmte Ansicht über die Natur dieses Körpers bilden können.

Str.

Emulsinsäure. Thomson und Richardson kochten eine Lösung von Emulsin mit Barytwasser, so lange sich noch Ammo-

niak entwickelte, leiteten durch die Flüssigkeit einen Strom von Kohlensäure und dampften die klar filtrirte Lösung zur Trockne ab. Das rückständige Salz war reich an Baryt und besaß einen bitteren Geschmack. Sie hielten den an Baryt gebundenen Körper für eine neue Säure und gaben ihm den Namen Emulsinsäure ¹⁾, ohne ihn vorher einer näheren Prüfung zu unterwerfen. Ortloff zieht diese Angaben in Zweifel, indem es ihm nicht gelang, aus dem von ihm dargestellten Emulsin diese Säure hervorzubringen; es bildete sich beim Kochen desselben mit Barytwasser zwar etwas Ammoniak, der größte Theil jedoch coagulirte und wurde nicht weiter von kochendem Barytwasser verändert. *Str.*

Emulsion. Emulsio. Mit diesem Namen bezeichnet man eine Reihe von flüssigen Gemischen, welche im Wesentlichen darin mit einander übereinkommen, dass sie von Fetten, namentlich fetten Oelen ausgemacht werden, welche durch irgend ein Vehikel, d. h. durch Körper, welche mit wenig Wasser eine dicke und schleimige Lösung bilden können, als Gummi, Albumin, Casein, Eidotter, u. s. w., in Wasser so aufgeschlämmt worden sind und darin so suspendirt erhalten werden, dass sich das Gemisch als ein gleichförmiges, undurchsichtiges, im Ansehen mit Milch zu vergleichendes Liquidum darstellt, welches sich in der Ruhe nicht eber klärt, als bis das Vehikel anfängt sich chemisch zu verändern. In Bezug auf die Fähigkeit, mit Wasser eine Emulsion zu bilden, nennt man die Fette und die Vehikel emulsive Körper.

Man kann die Emulsionen auch in Betreff ihrer Natur im Allgemeinen völlig mit der bekannten Milch von Säugethieren vergleichen. In dieser ist das Butterfett durch Casein in Wasser aufgeschlämmt. Das Casein ist darin theils aufgelöst, theils bildet es darin, wie mikroskopische Untersuchungen gezeigt haben, eine unendliche Anzahl von kleinen, runden, klaren Hüllen, welche das Butterfett einschließen, und welche in der Lösung des übrigen Caseins schwebend erhalten werden, wodurch die Undurchsichtigkeit der Milch bedingt ist. Vielleicht enthalten diese Hüllen das Casein im coagulirten Zustande. Ohnstreitig constituiren andere Fette, und, anstatt Casein, Albumin, Gummi oder Eidotter in derselben Art alle die Flüssigkeiten, welche wir Emulsionen nennen, deren Anzahl demnach ebenso groß ist, als es verschiedene Fette und Vehikel dafür giebt. Man erhält diese Emulsionen leicht, wenn man die Fette zunächst mit Eiweiß, Eidotter, Casein oder mit einer syrupdicken Lösung von Gummi in einem Mörser mit dem Pistill zu einer gleichförmigen, undurchsichtigen Masse zusammenreibt, die sich dann mit jeder beliebigen, aber allmählig unter stetem Reiben in kleinen Portionen nach einander hinzugefügten Quantität Wasser zu einer Emulsion verdünnen lässt. Natürlich kann Gummi nicht wie Albumin, Eidotter und Casein eine coagulirte Hülle für das Fett bilden.

Die Samen vieler Pflanzen enthalten außer anderen auch reichlich alle Bestandtheile zur Bildung einer Emulsion, d. h. Fette und Albumin, gewöhnlich zugleich mit Gummi, vielleicht auch Casein. Man nennt sie daher emulsive Samen. Werden sie zerstampft und dann mit Wasser in kleinen Portionen nach einander zusammengerieben, so bildet sich aus den angeführten Bestandtheilen derselben eine wahre Emulsion, welche

¹⁾ *Annal. der Pharm.* XXIX, 182. *Arch. der Pharm.* XLVIII, 26.

durch ein Seihetuch von Flanell von den gröbereren und ungelösten Theilen abgeseiht werden kann, und welche dann natürlich auch noch andere lösliche Bestandtheile enthält, die je nach den Samen verschieden sind. Die als kühlendes Getränk wohl bekannte Mandelmilch ist nichts Anderes, als eine aus süßen Mandeln hervorgebrachte Emulsion, der man des Wohlgeschmacks wegen noch Zucker und Gewürz zusetzt. Die aus emulsiven Samen bereiteten Emulsionen pflegt man auch wohl speciell Samenmilch zu nennen.

Ist in diesen Emulsionen das Vehikel Albumin oder Eidotter, so werden sie sowohl beim Erhitzen als auch durch Säuren, saure Salze und durch Salze von Erden und Metalloxyden in der Art zersetzt, dass sich das Albumin coagulirt oder mit den Erden und Metalloxyden zu unlöslichen Verbindungen vereinigt, abscheidet und in beiden Fällen das Fett so innig einschließt, dass das Wasser von beiden emulsiven Körpern befreit übrig bleibt und leicht von dem Coagulum abfiltrirt werden kann. Ist das Vehikel Casein, so geschieht dieselbe Veränderung nicht durch Erhitzen, wohl aber durch Säuren, saure Salze, sowie durch Salze von Erden und Metalloxyden. Ist endlich das Vehikel Gummi, so geschieht die Veränderung nur durch solche Salze, deren Oxyd mit dem Gummi eine schwer- oder unlösliche Verbindung bildet, oder auch wenn das Gummi allmählig eine freiwillige Veränderung erleidet. Daher sind die mit Gummi gebildeten Emulsionen die haltbarsten. Inzwischen können alle Emulsionen nur kurze Zeit unverändert erhalten werden, und müssen für ihre jedesmalige Anwendung frisch bereitet werden.

In der Arzneikunde werden viele Emulsionen als Arzneimittel angewandt, hervorgebracht sowohl direct von einem bestimmt vorgeschriebenen Fett mit Eiweiß, Eidotter oder Gummi, als auch durch Zerreiben emulsiver Samen, z. B. Mandeln, Mohnsamen, Hanfsamen, u. s. w. mit Wasser. Anstatt destillirtes oder gemeines Wasser wird von Aerzten dazu auch wohl ein ätherisches Oel enthaltendes Wasser und selbst eine Abkochung von Pflanzentheilen vorgeschrieben. Nicht selten verlangt der Arzt auch Zusätze von Zucker, Gewürz, Salzen und anderen Stoffen, welche als Arzneistoffe mitwirken sollen, entweder sogleich bei der Bereitung oder nachher zu der fertigen Emulsion. Ein solches complicirteres Gemisch nennt man dann eine zusammengesetzte Emulsion, *Emulsio composita*.

Ganz analoge trübe Gemische, welche in der Arzneikunde ebenfalls Emulsionen, gewöhnlich aber Milch, *Lac*, genannt werden, entstehen auch durch Zusammenreiben der sogenannten Gummiharze, als *Ammoniacum*, *Galbanum*, *Asa foetida*, *Gutti* u. s. w. mit Wasser oder Decocten. Da diese Gummiharze oder Schleimharze natürliche Gemische von Harzen mit Arabin oder Bassorin oder mit beiden zugleich sind, welche gewöhnlich auch noch andere therapeutisch wirksame Bestandtheile enthalten, so unterscheiden sich diese Producte von wahren Emulsionen wesentlich dadurch, dass sie Harze, anstatt Fette, enthalten. Manche Gummiharze enthalten nicht hinreichend Gummi, so dass noch Gummi oder Albumin oder Eidotter zugesetzt werden muss, wenn eine völlige Aufschlammung des Harzes und eine bleibende Suspension erzielt werden soll. Begreiflich können solche Emulsionen auch direct aus einem Harz mit einem der angeführten Vehikel erhalten werden, was nicht selten von Aerzten verlangt wird.

Wrs.

Enallochrom. Eigenthümlicher Stoff mancher Rinden, vorzüglich der Kastanienrinde, welcher den wässerigen Auszügen derselben die Eigenschaft ertheilt, selbst bei großer Verdünnung, blau zu schillern. Weitere Benennungen desselben Stoffes sind: *Aesculin*, *Bicolorin*, *Polychrom* und *Schillerstoff* (s. letzteren und Bd. I. S. 774).

S.

Enchondrom wird von Mueller eine eigenthümliche Art von Geschwulst (Schwamm) genannt, welche am häufigsten an Knochen, aber auch an der *Parotis* (Speicheldrüse unter dem Ohr) beobachtet worden ist. Dasselbe besteht (abgesehen von vorhandenen Knochenbruchstücken) aus faserig häutigen Zellen, welche mit einer graulichen, gallertartigen, leicht auszuschälenden, dem hyalinischen Knorpel der Knorpelfische ähnlichen Substanz erfüllt sind. Diese Substanz bleibt in Weingeist durchscheinend und gleicht auch unter dem Mikroskope durch ovale und rundliche, halb durchsichtige Körperchen jenem Knorpel vollkommen. In chemischer Hinsicht ist diese Substanz sehr bestimmt charakterisirt, indem sie beim Kochen in Leim verwandelt wird und zwar nicht in Knochenleim, sondern in Leim des permanenten Knorpels (*Chondrin*), durch Bleizucker, Alaun, schwefelsaure Thonerde, Eisenvitriol und Essigsäure nicht fällbar. Das Enchondrom der *Parotis* unterscheidet sich nur durch Abwesenheit der Knochenfragmente vom Enchondrom der Knochen. Durch sein chemisches Verhalten unterscheidet sich das Enchondrom wesentlich von anderen Schwämmen, welche zugleich einen gallertartigen Inhalt haben. So giebt z. B. der gallertartige Inhalt vom *Alynolar-Krebse* des Magens keinen Leim ¹⁾.

S.

Endosmose. Obwohl in dem Artikel *Diffusion* im Wesentlichen die Erscheinungen bereits beschrieben sind, welche unter den Namen *Endosmose* und *Exosmose* zusammengefasst werden, so ist es dennoch angemessen erschienen, die neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand diesem Werke einzuverleiben, welche als ein Nachtrag oder eine Ergänzung des bezeichneten Artikels anzusehen sind.

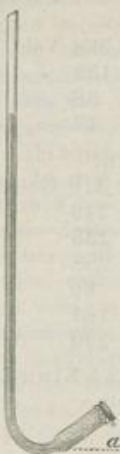
Unter *Endosmose* begreift man die Erscheinungen, welche die Mischung zweier ungleichartigen Flüssigkeiten begleiten, die durch eine poröse Scheidewand von einander getrennt sind. Am auffallendsten zeigt sich der Einfluss, den die Scheidewand auf die Mischung unter diesen Umständen ausübt, an thierischen Häuten und Membranen, und es sollen deshalb die besonderen Fälle, in welchen diese Substanzen eine Rolle spielen, einer näheren Betrachtung unterworfen werden.

Um zu einer klaren Ansicht über die Natur und das Wesen der *Endosmose* zu gelangen, ist es vor Allem nöthig, einige Eigenschaften der organischen Gewebe näher in's Auge zu fassen, von denen ihre Porosität für die gegenwärtige Betrachtung die wichtigste ist.

Dass die thierischen Häute und Membranen porös sind, lässt sich durch die einfachsten Versuche darthun, insofern durch sie gezeigt werden kann, dass sie Flüssigkeiten aller Art unter einem gewissen Drucke durch ihre Substanz hindurchfließen lassen, ein Verhalten, welches allen porösen Körpern gemein ist.

¹⁾ *Analekten d. Chirurgie v. Blasius u. Moser* Bd. I. S. 163 — 183.

Wenn die weite Oeffnung der Röhre, Fig. 74, mit einer Blase überbunden, bis an den Strich *a* mit Wasser angefüllt und in die senkrechte engere Röhre Quecksilber gegossen wird, so sieht man, wenn die Quecksilbersäule eine gewisse Höhe erreicht hat, die ganze Oberfläche der Blase mit feinen Tröpfchen sich bedecken, welche, wenn der Druck des Quecksilbers um einige Linien erhöht wird, zu grösseren Tropfen sich vereinigen, die unausgesetzt abfließen, wenn man das Quecksilber durch Nachgießen auf derselben Höhe erhält, bis zuletzt der weite Theil der Röhre von allem Wasser entleert und mit Quecksilber gefüllt ist.



Salzwasser, fettes Oel, Alkohol u. s. w. verhalten sich dem Wasser völlig gleich, unter einem gewissen Drucke fließen diese Flüssigkeiten durch eine thierische Membran, in ganz gleicher Weise wie Wasser durch ein Filter von Papier.

Der Druck, welcher erforderlich ist, um diese tropfbaren Körper durch die Poren der Thiersubstanz durchfließen zu machen, ist abhängig von der Dicke der Membran und der chemischen Natur der verschiedenen Flüssigkeiten.

Durch eine Ochsenblase von $\frac{1}{10}$ Linie Dicke fließt Wasser unter einem Drucke von 12 Zoll Quecksilber, eine gesättigte Kochsalzlösung bedarf eines Druckes von 18 — 20 Zoll, Oel (Knochenöl) fließt aus bei 34 Zoll. Unter einem Drucke von 36 Zoll fließt Alkohol durch eine Blase von der angegebenen Dicke noch nicht aus.

Durch die Oberhaut einer Ochsenleber von $\frac{1}{20}$ Linie Dicke fließt Wasser bei einem Drucke von 8 — 10 Zoll, Salzwasser bei 12 — 16 Zoll und Oel bei 22 — 24 Zoll, Weingeist bei 36 — 40 Zoll Quecksilber aus.

Durch die Oberhaut einer Kalbsleber von $\frac{1}{100}$ Linie Dicke fließt Wasser durch den Druck einer Wassersäule von 4 Zoll, Salzwasser unter dem Drucke einer Salzwassersäule von 8 — 10 Zoll, Oel unter einem Drucke von 3 Zoll Quecksilber aus.

Bei der Anstellung dieser Versuche beobachtet man, dass bei längerer Dauer derselben der Druck, welcher nöthig ist, um Wasser durch die Haut gehen zu machen, sich nicht gleich bleibt. Wenn in den ersten 6 Stunden hierzu ein Druck von 12 Zoll Quecksilber erforderlich war, so reichen nach 24 od. 36 Stunden 8, oft schon 6 Zoll Quecksilber hin, um durch dieselbe Haut Wasser hindurch zu treiben, offenbar weil durch die lange Berührung mit Wasser die Haut eine Veränderung erfährt, in Folge welcher die Poren erweitert werden.

Aus diesen Versuchen erhellt, dass die Filtrirbarkeit einer Flüssigkeit durch eine thierische Membran mit der Beweglichkeit der Flüssigkeitstheilchen nicht im Verhältniss steht; bei demselben Drucke, bei welchem Wasser, Salzwasser und Oel durch die Blase gehen, fließt der leichter bewegliche Alkohol noch nicht durch.

An dem Durchgangvermögen einer Flüssigkeit durch eine thierische Haut hat die Benetzbarkeit der Thiersubstanz und ihr Absorptionsvermögen für diese Flüssigkeiten einen gewissen Antheil.

Was das letztere betrifft, so giebt die folgende Tabelle hierüber Aufschluss:

100 Gewichtstheile trockener Ochsenblase nehmen in 24 Stunden auf:

reines Wasser	268 Vol.
mit Kochsalz gesättigtes Wasser (1,204 spec. Gew.)	133 "
Weingeist von 84 Proc.	38 "
Knochenöl	17 "

100 Gewichtstheile Ochsenblase in 48 Stunden:

reines Wasser	310 Gewthle.
von einer Mischung von $\frac{1}{3}$ Wasser und $\frac{2}{3}$ Salzwasser	219 "
" " " " $\frac{1}{2}$ " " $\frac{1}{2}$ "	235 "
" " " " $\frac{2}{3}$ " " $\frac{1}{3}$ "	288 "
" " " " $\frac{1}{2}$ Alkohol " $\frac{1}{2}$ Wasser	60 "
" " " " $\frac{1}{3}$ " " $\frac{2}{3}$ "	181 "
" " " " $\frac{1}{4}$ " " $\frac{3}{4}$ "	290 "

100 Thle. trockener Schweineblase nehmen auf in 24 Stunden:

reines Wasser	356 Volumth.
mit Kochsalz gesättigtes Wasser	159 "
Knochenöl	14 "

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass das Absorptionsvermögen der thierischen Membranen für verschiedene Flüssigkeiten sehr ungleich ist; unter allen wird reines Wasser in größter Menge aufgenommen und es vermindert sich das Absorptionsvermögen derselben für Salzwasser in einem gewissen Verhältnisse, wie der Salzgehalt zunimmt. Ein ähnliches Verhalten zeigen die thierischen Membranen gegen Alkohol, eine Mischung von Alkohol und Wasser wird in um so größerer Menge aufgenommen, je weniger Alkohol sie enthält¹⁾.

Weder durch Alkohol noch Oel empfangen die thierischen Membranen die Eigenschaften, die sie in mit Wasser gesättigtem Zustande zeigen; eine trockene Blase bleibt in Alkohol und Oel hart und spröde, ihre Biegsamkeit wird durch die Aufnahme dieser Flüssigkeiten in keiner Weise erhöht. Werden die mit Oel gesättigten Sehnen, gelben Bänder der Rückenwirbel, Ligamente (Chevreul) und Blase in Wasser gelegt, so tritt das Oel vollkommen aus und sie nehmen dieselbe Menge Wasser auf, wie wenn sie vorher mit Oel nicht in Berührung gekommen wären.

Es ist erwähnt worden, dass 100 Thle. thierische Membran (Ochsenblase) in 24 Stunden 268, in 48 Stunden 310 Vol. Wasser und nur 133 Vol. gesättigtes Salzwasser absorbiren; es folgt hieraus von selbst,

¹⁾ In dieser Eigenschaft unterscheiden sich die Membranen in keiner Weise von anderen Thierbestandtheilen, sowie dies längst von Chevreul dargethan ist. Dieser ausgezeichnete Naturforscher fand in 24 Stunden von den folgenden Thiersubstanzen an Wasser, Salzwasser und Oel absorbirt:

	CC ^m Wasser	CC ^m Salzwasser	Oel
100 Gr. Ohrknorpel	231	125	—
100 " Sehnen	178	114	8,6
100 " gelbe Bänder	148	30	7,2
100 " Hornhaut	461	370	9,1
100 " knorpelige Ligamente	319	—	3,2

100 Gr. trocknes Fibrin absorbirt 301 Wasser und 148 Weingeist von 69 Proc. (J. L.).
100 " " " " 184 Gewichtstheile, oder 154 Volumtheile, Salzwasser.

dass, wenn die durch 48stündige Berührung mit Wasser gesättigte (und mit Fließpapier ohne Pressung wohl abgetrocknete) Blase mit Kochsalz bestreuet wird, an allen Punkten, wo Salz mit dem die offenen Poren erfüllenden Wasser in Berührung kommt, eine gesättigte Salzlösung entsteht, deren Salzgehalt sich gleichmäÙig in das Wasser der Blase vertheilt. Von den 310 Vol. Wasser, die sich mit Salz sättigen, werden nur 133 in der Blase zurückgehalten, und in Folge dieser geringeren Absorptionsfähigkeit der Blase für das Salzwasser treten 177 Vol. Flüssigkeit aus, welche in Tropfen davon abfließt.

In ganz gleicher Weise verhalten sich Membranen, ein Stück Muskelfleisch, Fibrin, gegen Alkohol. In frischem oder mit Wasser durchdrungenem Zustande in Alkohol gelegt, entstehen an allen Punkten, wo sich Wasser und Alkohol in der Thiersubstanz berühren, Mischungen von beiden, und da die Thiersubstanz von einer alkoholhaltigen Flüssigkeit weit weniger absorbiert, als von reinem Wasser allein, so schrumpfen sie zusammen, es tritt mehr Wasser aus, als Alkohol ein.

9,17 Grm. mit Wasser gesättigter Blase (worin 6,95 Wasser und 2,22 Gr. trockene Substanz) werden in 40 Cubikcentimeter Alkohol gelegt in 24 Stunden zu 4,73 Grm. und verlieren mithin an Gewicht 4,44 Grm. In den 4,73 Grm., welche bleiben, sind 2,22 Grm. feste Substanz und 2,51 Grm. Flüssigkeit enthalten. Nimmt man an, dass die letztere dieselbe Zusammensetzung habe, wie die Flüssigkeit ausserhalb (84 Alkohol und 16 Wasser), nämlich 2,11 Alkohol und 0,40 Wasser, so sind von den ursprünglich darin enthaltenen 6,95 Grammen Wasser 6,45 Grm. aus und 2,11 Grm. Alkohol eingetreten. Für 1 Vol. Alkohol, welcher in der Blase blieb, sind demnach etwas über 3 Vol. Wasser ausgetreten.

Indem in diesem Falle weit mehr Wasser austritt, als wie Alkohol aufgenommen wird, so ist die nächste Folge ein Zusammenschrumpfen der Thiersubstanz¹⁾.

Wenn die thierische Blase von Salzwasser und reinem Wasser oder von Alkohol und Wasser gleichviel dem Raume nach in sich aufnehmen d. h. absorbiren könnte, so würde beim Bestreuen einer mit Wasser gesättigten Blase mit Kochsalz, oder beim Zusammenbringen derselben mit Alkohol das Volum der absorbirten Flüssigkeit ungeändert bleiben müssen, es würde von der Thiersubstanz ein gleiches Volum Salzwasser oder einer Mischung von Wasser und Alkohol zurückgehalten werden; da aber die Absorptionsfähigkeit der Thiersubstanzen für Wasser durch Zusatz von Kochsalz oder Alkohol zu dem Wasser vermindert wird, so folgt hieraus von selbst, dass eine gewisse Menge Wasser austreten muss, sobald es durch Aufnahme von einem dieser Körper in seiner Beschaffenheit verändert wird.

Das Verhalten von mit Wasser durchdrungener Blase, von Fibrin und anderen Thiersubstanzen gegen Alkohol und Salzwasser beweist, dass das Zusammenschrumpfen (die Volumabnahme) derselben, nicht auf

¹⁾ Fibrin und andere Thiersubstanzen verhalten sich der Ochsenblase ganz gleich; 26,02 Grm. mit Wasser gesättigtes Fibrin (worin 6,48 feste Substanz und 19,54 Wasser) wurden in 45 Grm. absolutem Alkohol zu 16,12 Grm., verlieren mithin an Gewicht 9,90 Grm. Angenommen, die absorbirte gebliebene Flüssigkeit besäÙe denselben Alkoholgehalt wie die andere (70 Proc.), so ergibt sich, dass für 1 Volum Alkohol, welches in die Substanz des Fibrins aufgenommen wird, nahe an $2\frac{1}{2}$ Vol. Wasser sich absccheiden.

einer einfachen Wasserentziehung in Folge der Affinität des Alkohols und Salzes beruht, denn es ist vollkommen gewiss, dass die Anziehungen des Alkohols zum Wasser, und die des Wassers zum Alkohol einander ganz gleich sind. Die Anziehung des Wassers innerhalb der Thiersubstanz zum Alkohol auferhalb ist ebenso stark, wie die Fähigkeit des Alkohols auferhalb, sich mit dem Wasser innerhalb zu verbinden. Es tritt mehr Wasser aus als Alkohol ein, weil die Thiersubstanz weniger Anziehung zu der Mischung von Alkohol und Wasser, als zu dem Wasser allein besitzt. Der Alkohol auferhalb wird wasserhaltig, dem Wasser innerhalb mischt sich eine gewisse Menge Alkohol bei und dieser Austausch findet erst dann eine Grenze, wenn die Anziehungen des Wassers zur Thiersubstanz und zum Alkohol sich im Gleichgewichte befinden.

Wenn wir uns ein Stück Haut oder Blase oder Fibrin aus einem System von Capillarröhren zusammengesetzt denken, so sind die Poren oder die feinen Röhren in frischem Zustande mit einer wässerigen Flüssigkeit angefüllt, welche durch Capillarwirkung am Ausfließen gehindert ist.

Es findet aber ein Ausfließen aus diesen Capillarröhren Statt, wenn die sie erfüllende Flüssigkeit durch Aufnahme von Kochsalz, Alkohol oder anderen Körpern in ihrer Zusammensetzung geändert wird.

Legt man zwei Stücke mit Salzwasser von 1,204 specif. Gew. gesättigter Blase auf einander und auf das oberste ein gleich großes Stück Blase, welches mit reinem Wasser gesättigt ist, und lässt sie ohne weitere Pressung einige Minuten auf einander liegen, so bemerkt man alsdann, wenn die beiden mit Salzwasser getränkten Blasenstücke auseinander genommen werden, dass sich zwischen denselben tropfbares Salzwasser befindet, von dem man vorher keine Spur wahrnahm. Wenn das mit Wasser gesättigte Blasenstück 5 Vol. Wasser, das zunächstliegende mit Salzwasser gesättigte 3 Vol. Salzwasser enthielte, so müssten nach der Mischung beider 8 Vol. verdünntes Salzwasser entstehen, von denen jedes Blasenstück die Hälfte, nämlich 4 Vol., enthalten müsste, wenn das Aufsaugungsvermögen des mit Salzwasser getränkten Stückes durch Aufnahme von Wasser in eben dem Verhältniss zunähme, als das andere an dieser Fähigkeit durch Aufnahme von Salz verliert. Die salzhaltige Flüssigkeit würde $1\frac{1}{2}$ Vol. Salzwasser an die andere abgegeben und $2\frac{1}{2}$ Vol. Wasser von derselben empfangen haben. In diesem Falle würde die Mischung in den beiden Blasenstücken denselben Raum einnehmen, den ihre Gemengtheile (Wasser und Salzwasser) in jedem einzelnen einnahmen. Das Ausfließen der Flüssigkeit nach dem dritten mit Salzwasser gesättigten Blasenstück hin beweist aber, dass die beiden darüberliegenden Blasenschichten von der in ihren Poren neu entstehenden Mischung von Salzwasser und Wasser weniger dem Volum nach aufnehmen, als das eine Blasenstück von Wasser, das andere von Salzwasser allein absorbiert. Die Fähigkeit, Wasser zurückzuhalten, nimmt durch Hinzutreten von Salz zu dem mit Wasser getränkten Blasenstück ab, es tritt Flüssigkeit aus, aber durch das Hinzutreten dieses Wassers zu dem mit Salzwasser gesättigten Blasenstück nimmt das Absorptionsvermögen dieses Stückes nicht in demselben Verhältniss, in welchem sich der Salzgehalt verringert, zu, sondern in einem kleineren.

Die beschriebenen Versuche zeigen, dass die Anziehung der porösen Thiersubstanz zu dem absorbirten Wasser die Mischung dieses Wassers mit anderen Flüssigkeiten nicht hindert.

Die Durchdringlichkeit der Thiersubstanzen für Flüssigkeiten aller Art und die Mischbarkeit der aufgesaugten Flüssigkeiten mit andern, die mit der Thiersubstanz in Berührung gebracht werden, lässt sich durch die einfachsten Versuche darthun.

Benetzt man die eine Seite einer dünnen Membran mit Blutlaugensalz und die entgegengesetzte mit Eisenchloridlösung, so sieht man in der Substanz der Blase augenblicklich einen blauen Fleck von abgeschiedenem Berlinerblau (Joh. Müller) entstehen.

Alle Flüssigkeiten, die beim Zusammenmischen eine Veränderung in ihrer Natur oder ihrer Beschaffenheit erleiden, verhalten sich, wenn sie durch eine thierische Haut getrennt sind, auf ganz ähnliche Weise, sie mischen sich in den Poren der Haut, in der Substanz der Haut nimmt die Zersetzung ihren Anfang.

Wenn man das eine Ende einer cylindrischen Glasröhre mit einer Blase überbindet und bis zu einer Höhe von 3 — 4 Zoll mit reinem Wasser oder mit einer gesättigten Kochsalzlösung anfüllt, so fließen unter diesem schwachen Drucke weder das Wasser, noch das Salzwasser durch die Poren der Blase aus.

Ueberlässt man die mit Salzwasser gefüllte Röhre der Verdunstung an der Luft, so bedeckt sich die der Luft zugekehrte Seite sehr bald mit Salzkristallen, welche allmählig zu einer dicken Kruste anwachsen. Es ist offenbar, dass die Poren der Blase sich mit Salzwasser anfüllen; an der Seite, welche der Luft zugekehrt ist, verdunstet das Wasser, sein Platz wird eingenommen durch nachdringendes Salzwasser, und das aufgelöste Salz setzt sich an den äußeren feinen Oeffnungen der Poren in Krystallen ab. Gießt man in die Röhre verdünntes Salzwasser, so bildet sich an der äußern Seite der Blase nicht eher eine Salzküste, als bis das Wasser innerhalb der Röhre das Maximum der Sättigung erreicht hat. Ehe dies geschieht, nimmt man in der Röhre, wenn die Flüssigkeit in Bewegung gesetzt wird, zwei Schichten wahr, eine schwerere und eine leichtere, welche auf der andern schwimmt; sobald sich diese Schichten nicht mehr zeigen, so ist die Flüssigkeit in allen Theilen mit Salz gesättigt, und es setzen sich jetzt außerhalb der Blase durch weitere Verdunstung Salzkristalle ab. Dieses letztere Verhalten zeigt, dass sich der Salzgehalt von unten nach oben, von der specifisch schwereren nach der specifisch leichteren hin, gleichförmig verbreitet.

Taucht man die mit Blase verschlossene und mit Salzwasser gefüllte Röhre in reines Wasser, so erhält dasselbe die Eigenschaft, durch salpetersaures Silberoxyd getrübt zu werden, selbst wenn die Berührung nur einen Bruchtheil einer Secunde gedauert hat; das die offenen Poren der Membran erfüllende Salzwasser mischt sich mit reinem Wasser, das letztere empfängt eine gewisse Menge Salz.

In gleicher Weise empfängt das reine Wasser Salz, wenn die Röhre statt des Salzwassers mit reinem Wasser gefüllt und die äußere Oberfläche der feuchten Blase mit Salzwasser in Berührung gebracht wird.

Wenn die mit Blase verschlossene und mit Salzwasser angefüllte Röhre längere Zeit mit reinem Wasser in Berührung gelassen wird, so nimmt der Salzgehalt des letzteren zu, der Salzgehalt des Salzwassers nimmt ab, bis zuletzt die Flüssigkeiten, welche durch die Blase getrennt sind, einerlei Mengen Salz und Wasser enthalten.

Füllt man die mit Blase verschlossene Röhre mit andern Flüssigkeiten an, welche eine von dem reinen Wasser durch einen Gehalt von

fremden Substanzen verschiedene Beschaffenheit besitzen und die damit mischbar sind, so geht die Mischung beider wie zwischen Kochsalz und Wasser vor sich. In dieser Weise verhalten sich Salzlösungen aller Art, Galle, Milch, Horn, Blutsrum, Zucker-, Gummi-Lösung etc. auf der einen Seite und reines Wasser auf der andern. Die concentrirte Flüssigkeit verliert, die verdünnte gewinnt an salzigen Bestandtheilen.

Füllt man die Röhre mit Wasser und stellt sie in ein Gefäß mit Alkohol, so empfängt das Wasser Alkohol und der Alkohol wird wasserhaltig.

Man beobachtet unter diesen Umständen, wo zwei ungleichartige Flüssigkeiten, durch eine Membran getrennt, sich mit einander mischen, eine Erscheinung besonderer Art; es zeigt sich nämlich in den meisten Fällen während der Zeit der Mischung eine Aenderung in dem Volum der beiden Flüssigkeiten; die eine nimmt an Volum zu, sie steigt, die andere nimmt in gleichem Grade an Volum ab, sie fällt.

In allen Fällen ist die Volumzunahme der einen Flüssigkeit vollkommen gleich der Volumabnahme der anderen, abgesehen von der Verdichtung oder der Volumabnahme, welche die Flüssigkeiten beim bloßen Zusammenmischen zeigen (Alkohol und Wasser z. B.), oder durch die Verdunstung erleiden. Auf die Schnelligkeit der Volumänderung und Mischung beider Flüssigkeiten hat die ungleiche Concentration, oder die ungleiche Dichtigkeit derselben einen bestimmten Einfluss, aber die letztere kann nicht als die Ursache dieser Erscheinung angesehen werden. In den meisten Fällen nimmt die dichtere Flüssigkeit an Volum zu, in anderen zeigt sich das Gegentheil.

Wenn die Röhre Salzwasser und das Gefäß reines Wasser enthält, so nimmt z. B. das Salzwasser (die dichtere Flüssigkeit), an Volum zu, enthält aber die Röhre Wasser und das Gefäß Alkohol, so nimmt das Wasser (die dichtere Flüssigkeit) an Volum ab.

Was die Mischung beider Flüssigkeiten betrifft, so hat hieran die Blase einen bestimmten Antheil, insofern sie Poren hat, durch welche die beiden Flüssigkeiten mit einander sich in Berührung befinden.

In Beziehung auf die Porosität der Blase steht die Schnelligkeit der Mischung beider Flüssigkeiten in geradem Verhältniss zu der Anzahl der Theilchen beider Flüssigkeiten, die in einer gegebenen Zeit mit einander in Berührung kommen, sie ist abhängig von der Oberfläche beider Flüssigkeiten (der GröÙe der Membran) und dem specifischen Gewichte der Flüssigkeiten.

Der Einfluss der Oberfläche auf die Zeit der Mischung bedarf keiner besonderen Erläuterung, der des ungleichen specifischen Gewichtes wird durch die folgenden Versuche einleuchtend werden.

Füllt man die Röhre *a b*, Fig. 75., welche an dem einen Ende mit Blase verschlossen, an dem anderen offen ist, mit blaugefärbtem ¹⁾ Salzwasser an und gießt in die Röhre *c* etwas reines Wasser, so sieht man nach kurzer Zeit unterhalb der Blase eine Schicht farbloser oder kaum gefärbter Flüssigkeit schwimmen, die sich stundenlang an diesem Orte erhält.

¹⁾ Hierzu dient am besten eine Auflösung von Indigo in verdünnter Schwefelsäure, die man mit Bleiessig so lange versetzt hat, als sich noch indigschwefelsaures und schwefelsaures Bleioxyd niederschlägt, von dem Niederschlage abfiltrirt und sodann bis zur Trockne im Wasserbade abdampft. Eine Spur des blauen Rückstandes reicht hin, um große Mengen Wasser blau zu färben.

Fig. 75.



Wird die gekrümmte Röhre *a* mit farblosem Salzwasser angefüllt und in die Aufsatzröhre *c* mit Indigotinctur blaufärbtes reines Wasser gegossen, so beobachtet man nach einiger Zeit in der Röhre *c* oberhalb der Blase, gleichfalls eine farblose oder kaum gefärbte Schicht Flüssigkeit.

Es geht hieraus hervor, dass durch die Substanz der Blase ein Austausch beider Flüssigkeiten vor sich geht; es tritt ungefärbtes reines Wasser aus der Röhre *c* zum Salzwasser in der Röhre *a b*, oder farbloses Salzwasser aus der Röhre *a b* zu dem gefärbten reinen Wasser in der Röhre *c*.

Es ist klar, dass das Salzwasser in der Röhre *a b*, welches sich in Berührung mit der Blase befindet, durch Aufnahme von Wasser aus der Röhre *c* verdünnt wird, aber dieses verdünnte Salzwasser ist specifisch leichter, als das concentrirte, welches sich abwärts befindet, es wird an dessen Oberfläche schwimmend erhalten.

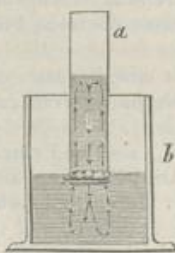
Das Wasser in der Röhre *c*, dem sich Salzwasser aus der Röhre *a b* beimischt, wird damit specifisch schwerer, als das reine Wasser, es bedeckt die dem Wasser zugekehrte Seite der Blase.

Es folgt hieraus von selbst, dass von dem Augenblick an, wo sich diese beiden Schichten oberhalb und unterhalb der Blase gebildet haben, weder concentrirtes Salzwasser, noch reines Wasser fernerhin mit der Blase in Berührung sich befinden.

Von der Blase abwärts in der Röhre *a b* sind Schichten Flüssigkeit, welche mehr Salz, von der Blase aufwärts in der Röhre *c* Schichten, welche mehr Wasser enthalten.

Im Anfang dieses Versuches beobachtet man, dass das Volum des reinen Wassers und Salzwassers sich in beiden Röhren ändert; die Flüssigkeit in dem Schenkel *b* nimmt um 1—2 Linien zu, aber sobald sich die erwähnten Schichten unterhalb und oberhalb der Blase deutlich gebildet haben, so ist ein ferneres Steigen kaum bemerklich, obwohl die Mischung beider Flüssigkeiten fort dauert, das Wasser in *c* wird immer salzhaltiger, das Salzwasser in *a b* verliert an Salz.

Wenn man den Platz, den die beiden Flüssigkeiten in diesem Apparate einnehmen, umkehrt, oder was einfacher ist, wenn man eine etwa 1 Centimeter weite Röhre mit Blase verbindet, mit Salzwasser füllt, und in ein Gefäß mit reinem Wasser eintauchen lässt und der Röhre mit Salzwasser eine etwa um 45° geneigte Stellung giebt, so beobachtet man (besonders deutlich, wenn beide Flüssigkeiten aufgeschlammte feine Indigotheilchen enthalten), in beiden Flüssigkeiten eine beständige Bewegung; man sieht in der Röhre (Figur 76. *a*.) einen Strom Flüssigkeit von der Blase aus in der Richtung des Pfeils sich erheben und auf der anderen Seite wie-

Fig. 76. *a*.Fig. 76. *b*.

ders deutlich, wenn beide Flüssigkeiten aufgeschlammte feine Indigotheilchen enthalten), in beiden Flüssigkeiten eine beständige Bewegung; man sieht in der Röhre (Figur 76. *a*.) einen Strom Flüssigkeit von der Blase aus in der Richtung des Pfeils sich erheben und auf der anderen Seite wie-

der abwärts fließen, eine ähnliche rotirende Bewegung ist in dem Gefäße mit Wasser wahrnehmbar.

Ist die mit Salzwasser gefüllte Röhre etwa 2 Centimeter weit und stellt man sie senkrecht in das Gefäß mit Wasser, so geht die Bewegung von der Mitte aus, in beiden beobachtet man Strömungen, die einander entgegengesetzt sind (Fig. 76. *b.*).

Diese Strömungen bedürfen kaum einer Erklärung. Zu dem Salzwasser in der Röhre tritt durch die Blase reines Wasser, es entsteht am Boden eine Mischung, welche weniger Salz enthält und specifisch leichter ist, als das concentrirtere Salzwasser; diese specifisch leichtere Mischung steigt in die Höhe und es tritt concentrirteres Salzwasser an ihren Platz.

Auf der anderen Seite empfängt das reine Wasser von der Blase aus Salz, und wird dadurch specifisch schwerer, indem es zu Boden fällt kommt ein salzärmeres Wasser mit der Blase wieder in Berührung. Solange die eben erwähnte Bewegung deutlich wahrgenommen wird, beobachtet man eine fortdauernde Volumzunahme des Salzwassers, oder eine Volumabnahme des reinen Wassers; mit dem Aufhören der Bewegung hat das Steigen eine Grenze, und wenn dies aufhört, so findet man, dass die beiden Flüssigkeiten in ihrem specifischen Gewichte, oder ihrem Salzgehalte kaum eine Verschiedenheit darbieten.

Wenn die beiden die Blase berührenden Flüssigkeitsschichten keine merkliche Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung haben (wie dies sehr rasch entritt in dem Versuche, Fig. 75., wo der Salzgehalt der Flüssigkeit, welche die Poren der Blase erfüllt, kaum abweichen kann von dem der nächsten Flüssigkeitsschicht), so findet die Mischung beider Flüssigkeiten Statt, aber ohne weiter fortschreitende Volumänderung. Wenn aber ein Wechsel des Ortes der auf beiden Seiten der Blase entstehenden Mischungen in Folge des ungleichen specifischen Gewichtes stattfinden kann, und eine dauernde Verschiedenheit der Flüssigkeitsschichten auf beiden Seiten der Blase gegeben ist, so lange z. B. wie bei dem Salzwasser die eine Seite der Blase mit einer concentrirten, die andere mit einer verdünnteren Flüssigkeit sich in Berührung befindet, so dauert die Volumänderung beider Flüssigkeiten, die Volumzunahme der einen und die Volumabnahme der andern, fort.

Wie aus diesen Versuchen erhellt, hängt die Volumänderung von einem Unterschiede in der Beschaffenheit der beiden durch die Blase in Verbindung stehenden Flüssigkeiten ab, und es steht die Dauer der Volumänderung mit der Dauer dieser Differenz in geradem Verhältniss. Je größer die Verschiedenheit in der Beschaffenheit oder Zusammensetzung beider Flüssigkeiten ist und je rascher sich durch den Wechsel der die Blase berührenden Flüssigkeitsschichten die Differenz erneuert, um so rascher nimmt die eine Flüssigkeit an Volumen zu und die andere ab.

Der folgende Apparat ist sehr bequem, um die in Folge ihrer Mischung eintretende Volumänderung zweier durch eine Membran getrennter Flüssigkeiten zu messen.

Die Röhren *a, b* (Fig. 77.) sind von einerlei Weite (von demselben Röhrenstück genommen). Die Röhre *a* ist mit Blase verschlossen, sie wird mit der Flüssigkeit, deren Steighöhe bestimmt werden soll, bis zu einer beliebigen Höhe angefüllt, und ist in die Röhre *c*, welche destillirtes Wasser enthält, mittelst eines gut schließenden Korkes mit

Ausschluss aller Luftbläschen eingesetzt. Bei *d* liegt ein kleines Bleischrotkorn, welches ventilartig die Oeffnung der Capillarröhre schließt.

Fig. 77.



In die Röhre *b* gießt man reines Wasser und zwar, um das Gewicht des Schrotkorns im Gleichgewicht zu halten, etwas mehr Wasser, als zur Herstellung des Niveau's in beiden Röhren *a* und *b* nöthig ist.

Die Flüssigkeit in *a* nimmt an Volum zu und es kann die Steighöhe durch eine beliebige Eintheilung in gleiche Volumtheile abgelesen werden, in *b* nimmt das Niveau des Wassers in gleichem Verhältniss ab. Wenn man die Flüssigkeit in *b* durch Nachgießen von frischem Wasser auf dem ursprünglichen Standpunkte erhält, und das aus einem Tropfglas nachgießende Wasser durch den Gewichtsverlust des Tropfglases wiegt, so kennt man das Gewicht und gleichzeitig das Volumen des Wassers, welches aus der Röhre *c* in die Röhre *a* getreten ist. Dieser Apparat ist natürlich einer Menge Abänderungen und Verbesserungen fähig; ich habe denselben benutzt, um das Verhalten des Salzwassers zu reinem Wasser unter diesen Umständen zu prüfen. Es stellte sich unter Anderem heraus, dass wenn die Röhre *a* gesättigte Kochsalzlösung enthielt, ihr Volumen nahe um $\frac{1}{2}$ zunahm, d. h. 200 Vol. Salzwasser wurden zu 300 Vol. Diese Bestimmungen sind übrigens nicht der Zweck der gegenwärtigen Untersuchung, und ich übergehe sie deshalb ganz.

Die folgende Einrichtung (Fig. 78.) wird vielleicht vor der eben beschriebenen für manche Fälle den Vorzug verdienen; sie beruht auf der Beobachtung, dass für die Erscheinung selbst und für das Resultat des Versuches es gleichgültig ist, ob die Röhre mit einer einfachen, doppelt oder dreifach aufeinander gelegten Blase¹⁾ verschlossen ist. Für die Prüfung des Verhaltens sehr dünner Membranen, welche Flüssigkeiten schon unter einem schwachen Druck durchfiltriren lassen, ist, wie sich von selbst versteht, der Apparat (Fig. 77.) besser geeignet.

Fig. 78.



Für die Erklärung dieser Erscheinung hat man zu unterscheiden:

- 1) die Mischung der ungleichartigen Flüssigkeiten,
- 2) die Volumänderung derselben.

Was die Mischung zweier Flüssigkeiten von ungleicher Natur und Beschaffenheit betrifft, so ist diese stets abhängig von einer chemischen Anziehung. In einer Mischung von Alkohol und Wasser, oder von Salzwasser und Wasser befinden sich überall und an allen Orten gleichviel Alkohol- und Wasser- oder gleich-

¹⁾ Zu diesen Versuchen lassen sich Membranen aller Art benutzen; bei dünneren Membranen (Harnblase vom Kalb und Schwein) gehen die Versuche rascher als bei dicken (Gallenblase und Harnblase vom Ochsen); den Vorzug vor anderen verdient die Oberhaut der Leber vom Ochsen und Kalb. Die Röhre *c* wird unter Wasser mit Blase zugebunden.

viel Salz- und Wassertheilchen. Wären in der einen die am Boden befindlichen leichteren Alkoholtheilchen am Orte und in der Lage, die sie einnehmen, nicht festgehalten von den umgebenden Wassertheilchen, so würden sie sich ohne Zweifel nach der Oberfläche hin begeben, die Salztheilchen im Salzwasser werden am Sinken gehindert und getragen durch die sie umgebenden leichteren Wassertheilchen.

Ohne eine Anziehung, welche alle Salz- und Alkoholtheilchen zu allen Wassertheilchen oder alle Wassertheilchen zu allen Salz- und Alkoholtheilchen haben müssen, kann eine gleichförmige Mischung nicht gedacht werden. Wäre ein einziges Alkoholtheilchen minder stark angezogen, als die umgebenden Wassertheilchen, so würde sich dieses der Oberfläche zu bewegen, die Salztheilchen würden in Folge ihres größeren specifischen Gewichtes allmählig den Boden einnehmen, wenn nicht eine Ursache sie am Steigen oder Sinken hinderte, die hier keine andere seyn kann, als eine anziehende Kraft, welche sie an dem Orte festhält, wo sie sich befinden.

Die Ursache, welche bei unmittelbarer Berührung der kleinsten Theilchen ungleichartiger Materien, oder wenn sie sich in unmessbar kleinen Entfernungen von einander befinden, einen Wechsel in der Lage dieser kleinsten Theilchen oder in ihren Eigenschaften hervorbringt, oder die sich als Widerstand gegen einen solchen Orts- und Eigenschaftswechsel äußert, bezeichnen wir mit »chemischer Kraft« und in diesem Sinne sind die Mischung zweier ungleichartiger Flüssigkeiten, das einfache Benetzen eines festen Körpers, das Durchdringen und Aufquellen desselben durch eine Flüssigkeit, Effecte, an welchen die chemische Affinität einen bestimmten Antheil hat: und wenn wir gewohnt sind, den Begriff der Verwandtschaft nur auf solche Vorgänge zu beschränken, wo ein Wechsel in den Eigenschaften der ungleichartigen Materien durch unsere Sinne wahrnehmbar ist, wo sich zwei Körper, z. B. Schwefelsäure und Kalk, oder Schwefel und Quecksilber mit einander verbinden, so liegt dies lediglich in der unvollkommenen Auffassung von dem Wesen einer Naturkraft.

Ueberall, wo zwei ungleichartige Körper mit einander in Berührung kommen, äußert sich die chemische Verwandtschaft, die eine ganz allgemeine Eigenschaft der Materie ist und keineswegs einer besonderen Classe von Atomen, oder einer besonderen Ordnungsweise derselben angehört; aber nicht in allen Fällen wird durch die Berührung eine chemische Verbindung hervorgebracht.

Die chemische Verbindung ist nur einer der Effecte der Affinität, sie tritt dann ein, wenn die anziehende Kraft stärker ist, als alle Widerstände, die sich ihrer Äußerung entgegensetzen; sind die Kräfte oder die Ursachen, welche die chemische Verbindung hindern, die Wärme, Cohäsionskraft, elektrische Kraft oder wie sie sonst heißen mögen, überwiegend, so geht die chemische Verbindung nicht vorsich, und es zeigen sich alsdann Wirkungen anderer Art.

Das geschmolzene metallische Silber saugt in einem Tiegel, der mit glühenden Kohlen umgeben ist, in einem Raum, in dem wir kaum freien Sauerstoff voraussetzen, sein zehnbiszwölffaches Volumen reines Sauerstoffgas auf, das metallische Platin zeigt die nämliche Eigenschaft in einem noch weit höheren Grade; aus der atmosphärischen Luft, aus einem Gasgemenge, in welchem der Sauerstoff nur den fünften Theil ausmacht, verdichtet es bei gewöhnlicher Temperatur an sei-

ner Oberfläche eine außerordentlich große Menge Sauerstoffgas (kein Stickgas) und erlangt dadurch Eigenschaften, die ihm sonst nicht zukommen, und wenn Chromoxyd, Porzellanstücke, Asbest in höheren Temperaturen Verbindungen zwischen zwei Gasen, zwischen Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, oder Sauerstoff und schwelligsaurem Gas bewirken, welche diese Gase, ohne sich in Berührung mit diesen festen Körpern zu befinden, in derselben Temperatur nicht eingehen, so ist es eben die chemische Kraft dieser festen Körper, der wir diese Wirkung zuschreiben müssen.

Die Lösung eines Salzes in Wasser ist eine Wirkung der Affinität und doch wird bis auf den Zusammenhang der Salztheilchen keine einzige chemische Eigenschaft, weder des Lösungsmittels, noch des gelösten Körpers, dadurch verändert.

Das Kochsalz, dessen Krystalle gewöhnlich wasserfrei sind, nimmt bei hohen Kältegraden 38 Proc. Wasser als Krystallwasser auf, nicht, weil hier eine Ursache eintritt, welche die Verwandtschaft der Salzu zu den Wasseratomen erhöht (weil Kälte keine Ursache, sondern Mangel an einer Ursache ist), sondern weil die höhere Temperatur als Widerstand wirkt, der sich ihrer chemischen Verbindung entgegensetzt; die Kraft der Affinität ist auch bei gewöhnlicher Temperatur in gleicher Stärke vorhanden.

Wir bringen zu der Auflösung eines Salzes in Wasser Alkohol, und sehen, dass sich jetzt das Salz aus der Flüssigkeit in Krystallen abscheidet, gewiss nur deshalb, weil durch das Hinzukommen einer andern chemischen Kraft die Größe der Anziehung zwischen den Salz- und Wassertheilchen geändert ist.

Die Wassertheilchen, welche mit den Salztheilchen verbunden waren, äußern eine Anziehung zu den Alkoholtheilchen, und da die letzteren keine oder nur eine schwache Verwandtschaft zu den Salztheilchen besitzen, so wird hierdurch die Anziehung der Salztheilchen zu einander verstärkt. Diese Anziehung war vor dem Zusatz des Alkohols in gleicher Stärke da, aber der Widerstand, der sich ihrer Vereinigung zu einem festen Körper entgegensetzte (die chemische Verwandtschaft der Wassertheilchen), war größer. Der Alkohol war nicht Ursache der Abscheidung. Die Ursache der Abscheidung des Salzes aus der Flüssigkeit, seine Krystallisation, ist stets die Cohäsionskraft, durch den Alkohol wurde die Ursache hinweggenommen, die sich ihrer Aeußerung entgegensetzte. Aus einer Auflösung des Kochsalzes in Wasser wird das Kochsalz durch Salzsäure, das schwefelsaure Kali wird aus seiner wässerigen Lösung durch Kalilauge so vollkommen gefällt, dass sich kaum Spuren von Schwefelsäure in der Flüssigkeit nachweisen lassen.

In diesen Fällen sieht man, dass durch die Aenderung der Beschaffenheit des Wassers, in Folge einer, wie wir sagen, einfachen Mischung mit einem fremden Körper, seine Fähigkeit, sich mit anderen zu verbinden, aufgehoben oder geschwächt wird.

Es ist bekannt, dass die Kraft, mit welcher in einer Auflösung die Theilchen der Flüssigkeit und die des gelösten Körpers einander anziehen, sehr ungleich ist, und in dieser Beziehung ist die Wirkung vieler fester Körper auf Salzlösungen ganz besonders merkwürdig, insofern dadurch dargethan wird, dass dieselbe Molecularkraft, welche die Erscheinungen der Cohäsion, der Benetzung fester Körper durch Flüssig-

keiten bedingt, identisch mit der chemischen Verwandtschaft erscheint, da durch sie chemische Verbindungen zerlegt werden können. Professor Graham hat z. B. zuerst gezeigt, dass die gewöhnliche, durch Säuren von allen löslichen Bestandtheilen befreite, Kohle aus Auflösungen von Bleisalzen, Brechweinstein, Kupferoxydammoniak, Chlorsilber in Ammoniak, Zinkoxyd in Ammoniak, die Metallsalze oder Metalloxyde vollständig hinwegnimmt, während andere, wie Kochsalzlösung z. B., keine Veränderung in ihrem Salzgehalt erfahren; in einer bleichenden Lösung von unterchlorigsaurem Natron verliert sich durch bloßes Schütteln mit Kohle das Bleichvermögen gänzlich, das Jod kann damit aus einer Lösung in Jodkalium vollkommen hinweggenommen werden. Die Wirkung des feinertheilten Platins, des Silbers auf Wasserstoffhyperoxyd, die der Kohle auf gelöste organische Substanzen, Farbstoffe etc. kennt Jedermann, und in ihrer Wirkung gleicht der letzteren frisch niedergeschlagenes Schwefelblei, Schwefelkupfer, Thonerdehydrat. Eine Menge organischer Substanzen, wie Holzfaser und andere, üben auf gelöste Substanzen, auf Thonerdesalze, Zinnsalze, Farbstoffe eine der Kohle gleiche Wirkung aus: man weiß, dass gerade auf dieser Eigenschaft die Anwendung der Beizmittel in der Färberei und das Färben selbst beruht. Das Anhaften des festen Farbstoffs an dem Zeuge, welches damit gefärbt ist, ist die Wirkung einer so schwachen chemischen Verwandtschaft, dass man kaum geneigt ist, diese Molecularaction mit diesem Namen zu bezeichnen. Von einem Lappen mit Indigo gefärbtem Wollenzeuge löst sich beim bloßen anhaltenden Klopfen mit einem hölzernen Hammer der Indigo vollkommen ab, so dass die weiße Wolle bleibt.

Die Oberfläche des festen Körpers übt, wie diese Thatsachen beweisen auf die Molecüle, die sich damit in Berührung befinden, eine sehr ungleiche Anziehung aus.

Die Untersuchungen über die Capillarität haben ergeben, dass bei einer und derselben Flüssigkeit, beim Wasser z. B., die Substanz des festen Körpers keinen Einfluss auf die Höhe hat, bis zu welcher die Flüssigkeit sich an demselben erhebt; an Scheiben von Buchsbaum, Thonschiefer, Glas ist die Erhebung der Oberfläche vom Wasser mit der an einer Messingscheibe vollkommen übereinstimmend (Hagen), und bei anderen Flüssigkeiten, deren Molecüle vollkommen gleichartig sind, dürfte dasselbe Gesetz in der Theorie angenommen werden, aber bei solchen Flüssigkeiten, welche fremde Substanzen in Lösung enthalten, muss gerade durch die Gegenwart dieser Körper eine Aenderung in der Capillaranziehung eintreten, weil durch sie die Cohäsion der Flüssigkeit geändert wird, und mehr noch vielleicht, weil die Flüssigkeit aufhört, gleichartig zu seyn, wenn die anziehende Wand zu den Theilchen des gelösten Körpers eine andere Anziehung hat, als zu den Theilchen der Flüssigkeit, in denen er gelöst ist.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass die Mischung zweier Flüssigkeiten die Wirkung einer chemischen Anziehung ist; wie wäre es sonst möglich, dass chemische Verbindungen, wie die Lösung eines Salzes in Wasser, dadurch zersetzt, dass eine chemische Anziehung dadurch aufgehoben werden könnte?

Zwei Flüssigkeiten von ungleicher chemischer Beschaffenheit, welche mit einander mischbar sind, und die also eine chemische Anziehung zu einander haben, mischen sich in allen Punkten, wo sie sich berühren; durch Bewegung, Umschütteln wird die Anzahl der Berüh-

rungspunkte in einer gegebenen Zeit vergrößert, und die Herstellung einer gleichförmigen Mischung beschleunigt.

Sind diese Flüssigkeiten von gleichem oder besser von ungleichem specifischen Gewichte, so lassen sich beide mit einiger Vorsicht übereinander schichten; dies ist der Zeit nach der für die Mischung ungünstigste Fall, indem verhältnissmäßig nur kleine Oberflächen mit einander in Berührung kommen, aber an allen Stellen, wo dies geschieht, lässt sich in kurzer Zeit zwischen beiden keine Grenze mehr unterscheiden.

In einem cylindrischen Gefäße, welches Salzwasser enthält, sind die Salztheilchen an der Oberfläche desselben angezogen und getragen durch Wassertheilchen, die sich an den Seiten und von der Oberfläche abwärts befinden. Von der Oberfläche aufwärts fehlen die anziehenden Wassertheilchen.

Es ist nun klar, dass, wenn die Oberfläche mit reinem Wasser in Berührung gebracht wird, zu den vorhandenen Anziehungen eine neue kommt, die in entgegengesetzter Richtung wirkt, die Anziehung der aufschwimmenden Wassertheilchen zu den Salztheilchen des Salzwassers und umgekehrt (die der Salztheilchen zu den sie berührenden Wassertheilchen).

Da nun die Kraft, womit die Salz- und Wassertheilchen sich anziehen, nach allen Seiten hin vollkommen gleich ist, da also die Salztheilchen die Wassertheilchen des Salzwassers nicht stärker anziehen, als sie von den Wassertheilchen des reinen Wassers angezogen werden, welche mit den Salztheilchen (des Salzwassers) in Berührung kommen, so folgt daraus von selbst eine Ausgleichung der vorhandenen Anziehungen; es entsteht eine Theilung der Salztheilchen in die sie berührenden Wassertheilchen, und umgekehrt, der Wassertheilchen in die sie berührenden Salztheilchen.

An der Stelle, wo sich reines Wasser und Salzwasser berühren, entsteht in dieser Weise eine gleichförmige Mischung von Salzwasser und reinem Wasser, welche nach oben hin mit reinem Wasser, nach abwärts mit Salzwasser sich in Berührung befindet.

Zwischen diesen drei Schichten, wovon die obere kein Salz, die untere weniger Wasser enthält, tritt eine neue Theilung ein, die salzhaltigere giebt Salz ab, das salzfreie Wasser empfängt Salz, und so vertheilen sich allmähig Salz und Wasser gleichförmig durch die ganze Flüssigkeit.

Füllt man den einen Schenkel der Röhre (Fig. 79) bis *a* mit blaugefärbtem Salzwasser und den anderen mit reinem Wasser an, so ist nach einer Anzahl von Tagen das farblose Wasser blaugefärbt und der Salzgehalt in beiden Schenkeln gleich. Es ist Seite 925 erwähnt worden, dass in einer Röhre, welche mit einer Blase verschlossen, mit verdünntem Salzwasser angefüllt und der Luftverdunstung ausgesetzt wird, das Salz aufserhalb der Blase sich nicht eher in Krystallen absetzt, als bis die ganze Flüssigkeit in der Röhre das Maximum der Sättigung erreicht hat. An der Außenseite der Blase verdunstet das Wasser, aber es setzt sich kein Salz ab, so lange nach innen hin sich noch Flüssigkeit befindet, welche noch Salz auflösen kann, und es verbreiten sich in dieser Weise die schwereren Salztheilchen



Fig. 79.

nach innen aufwärts durch die ganze Flüssigkeit, oder wenn man will, die Wassertheilchen, welche noch Salz aufzulösen vermögen, abwärts bis zur äußeren Oberfläche der Blase hin.

Die Verbreitung des Salzes im Wasser geschieht in ähnlicher Weise wie der Uebergang des Schmiedeeisens in Stahl und Roheisen. Stangen von weichem Eisen werden bekanntlich zwischen Kohlenschichten glühend erhalten, wodurch die Oberfläche des Eisens, welche die Kohle berührt, Kohlenstoff aufnimmt und in Kohleneisen übergeht; die unter dieser Oberfläche liegende Schicht von reinem Eisen, deren Verwandtschaft zum Kohlenstoff ganz dieselbe ist, empfängt Kohlenstoff von der über ihr befindlichen, und giebt Kohlenstoff an die nächste Schicht abwärts ab. Dieser Process lange genug fortgesetzt, hat nur dann eine Grenze, wenn alle einzelnen Schichten einerlei Mengen Kohlenstoff enthalten, d. h. damit gesättigt sind. Ein Stück glühendes Schmiedeeisen wird, mit Roheisen (Kohleneisen) einige Augenblicke in Berührung, an den Berührungstellen augenblicklich in Stahl verwandelt. Die Mischung von Flüssigkeiten beruht auf derselben Ursache, und wir können uns denken, dass die Verbreitung derselben gegenseitig ist, eben weil ihre Theilchen nach allen Richtungen hin beweglich sind, dass sich also sowohl Salztheilchen den Wassertheilchen, als Wassertheilchen den Salzwassertheilchen in Folge ihrer Anziehung zu einander bewegen.

Aus einer Auflösung von Kupfervitriol in wässrigem Ammoniak, auf welche man in einem hohen Glascylinder eine Schicht Alkohol gießt, scheidet sich allmählig, wenn die Bildung einer zusammenhängenden Kruste, welche die Berührung beider Flüssigkeiten hindert, vermieden wird, alles schwefelsaure Kupferoxydammoniak ab, die lasurblaue Auflösung wird farblos, indem sich durch die Verbreitung des Alkohols in derselben eine Mischung bildet, in welcher das Salz nicht löslich ist.

Die Schnelligkeit der Mischung zweier Flüssigkeiten hängt ab von dem Grade ihrer chemischen Anziehung, und es hat hierauf die ungleiche Beweglichkeit der Theilchen der einen oder anderen Flüssigkeit einen fördernden oder hindernden Einfluss.

Wenn die eine Flüssigkeit schwerer als die andere, und von zäher, schleimiger Beschaffenheit ist, so dauert es weit länger, bis die Bestandtheile der schwereren oder zäheren Flüssigkeit von dem Boden aus nach der Oberfläche hin gelangen, und es ist in diesem Falle das specifische Gewicht oder die geringere Beweglichkeit der Flüssigkeitstheilchen ein Hinderniss der Mischung.

Wird die schwerere oder zähere Flüssigkeit hingegen oberhalb der leichteren gebracht, so mischen sich beide mit Schnelligkeit; an den Stellen, wo sich beide berühren, entsteht eine Mischung, welche, da sie schwerer ist, sich dem Boden zu bewegt, wodurch die schwerere Flüssigkeit oberhalb mit immer neuen Flüssigkeitsoberflächen in Berührung kommt.

Ganz dieselbe Erscheinung kennen wir in der Auflösung. Ein Stück Zucker in einem engen Glase mit Wasser übergossen, löst sich sehr langsam darin auf, während dasselbe Stück an die Oberfläche gebracht, mit der grössten Schnelligkeit verschwindet. In dem ersten Falle bildet sich um die Zuckertheilchen eine syrupdicke, schwerflüssige Lösung, welche die noch nicht gelösten lange Zeit vor der Berührung des Wassers schützt, im andern bildet sich an der Oberfläche sogleich eine Lösung, die in Streifen sich dem Boden zu bewegt, und

allmählig verschwindet, während durch den Platzwechsel dieser Lösung in dem Zuckerstück immer neue Wassertheilchen mit den Zuckertheilchen in Berührung kommen, welche ihr Lösungsvermögen äußern können.

Wenn die Häute und Membranen aus einem zusammenhängenden Systeme von hohlen, sehr engen Röhren bestehen, so ist einleuchtend, dass, wenn zwei ungleichartige, mit einander mischbare Flüssigkeiten durch ein solches Gewebe von einander getrennt sind, sich die Poren derselben mit jeder der beiden Flüssigkeiten anfüllen werden. An allen Punkten, wo beide Flüssigkeiten in der Haut mit einander in Berührung kommen, findet eine Mischung Statt, die sich nach beiden Seiten hin gleichförmig fortsetzt.

Befindet sich auf der einen Seite der Blase Salzwasser, und auf der anderen reines Wasser, so wird in der Mitte oder an irgend einer Stelle in der Blase ein verdünntes Salzwasser entstehen, welches auf der einen Seite, an der sich das reine Wasser befindet, Salz an dieses Wasser abgibt, während das concentrirte Salzwasser auf der anderen sich mit dem verdünnteren Salzwasser in der Blase mischt.

An dieser Mischung hat die Substanz der Blase keinen Antheil; eben weil durch sie selbst kein Wechsel in der Lage des Ortes, an dem sich die Salz- und Wassertheilchen befinden, bedingt wird, denn dies ist die Wirkung der chemischen Verwandtschaft, welche zwischen den Salz- und Wassertheilchen thätig ist.

Da nun die Schnelligkeit der Mischung zweier Flüssigkeiten in geradem Verhältniss zu der Oberfläche steht, die in einer gegebenen Zeit mit einander in Berührung kommen, und die durch eine Blase getrennten Flüssigkeiten nur durch die Poren derselben mit einander sich berühren können, und die Anzahl der Berührungspunkte durch die nicht porösen Theile der Blase verkleinert ist, so folgt hieraus, dass, von allen anderen Wirkungen abgesehen, die Zeit der Mischung zweier Flüssigkeiten durch eine Blase verlangsamt werden muss. Ohne die Blase würde die Mischung in ganz gleicher Weise vor sich gehen.

Wenn das schwerere Salzwasser sich unterhalb, das leichtere Wasser sich oberhalb der Blase befindet, so mischen sich die beiden Flüssigkeiten langsamer, als ohne die Blase.

Da nun aber eine Blase, insofern durch ihre Poren der hydrostatische Druck nicht fortgepflanzt wird, es gestattet, eine schwerere Flüssigkeit oberhalb einer leichtern zu bringen und an diesem Orte zu erhalten, so wirkt dieser Umstand als ein Beförderungsmittel der Mischung, dessen letzter Grund nicht die Blase, sondern das ungleiche specifische Gewicht der Flüssigkeit ist. Die Blase ist ein Mittel, um die Wirkung des specifischen Gewichtes auf die Mischung eintreten zu machen. Mit dem Vorhergehenden scheint mir der Antheil, den die Blase an der Mischung zweier, durch dieselbe getrennter ungleichartiger Flüssigkeiten nimmt, hinlänglich erledigt zu seyn.

Was die Volumänderung der beiden Flüssigkeiten betrifft, die sich durch die Blase mischen, so muss in Betracht gezogen werden, dass die Benetzung, das Aufsaugungsvermögen eines festen, oder das Befeuhtungsvermögen eines flüssigen Körpers die Wirkung einer chemischen Anziehung ist.

Flüssigkeiten von verschiedener Natur oder von einer ungleichen chemischen Beschaffenheit werden von festen Körpern ungleich stark angezogen, und üben einen ungleichen Grad von Anziehung gegen

diese aus, und wenn wir in einem Systeme von Capillarröhren, die bis zu einer gewissen Höhe mit einer Flüssigkeit angefüllt sind, die chemische Natur der Flüssigkeit ändern, so ändern wir damit den Stand der Flüssigkeit. In einer mit Wasser gesättigten Thiersubstanz ist das Wasser am Ausfließen gehindert durch die gegenseitige Anziehung und durch die Capillarität; wenn aber die Anziehung der organischen Gefäßwände zum Wasser durch die Mischung dieses Wassers mit Alkohol oder durch Aufnahme von Salz vermindert wird, so fließt ein Theil des Wassers aus. Hierzu kommt, dass das Wasser, welches von einer Thiersubstanz aufgesaugt wird, bei seinem Eintreten in die Capillarröhren, in Folge seiner Anziehung zu denselben, einen gewissen Druck ausübt, durch welchen die Gefäße angeschwollen und erweitert werden; diese Flüssigkeitstheilchen unterliegen einem Gegendrucke von Seiten der elastischen Gefäßwand, durch welchen, wenn die Anziehung der Flüssigkeitstheilchen durch eine neu hinzukommende Ursache vermindert wird, die Menge der ausfließenden Mischung sich vergrößert.

Die anziehenden organischen Gefäßwände verhalten sich zu dem Wasser, wie ein Salz, welches in einer wässrigen Flüssigkeit gelöst ist; durch Zusatz von Alkohol oder einer anderen Flüssigkeit trennt sich das Wasser mehr oder weniger vollkommen von der Gefäßwand, oder die Gefäßwand vom Wasser.

Besäße die Thiersubstanz zu der neu entstehenden Mischung ebenso viel Anziehung wie zu dem Wasser allein, so würde sich das Volum der Flüssigkeiten nicht ändern; die Mischung würde erfolgen, aber es würde scheinbar kein Wasser ausfließen.

Eine mit Wasser gesättigte Blase, die wir mit Alkohol in Berührung bringen, schrumpft zusammen, es trennt sich ein Theil des Wassers von der Thiersubstanz, stets aber bleibt eine gewisse, seiner Anziehung zur Blase und zum Alkohol entsprechende Menge Wasser in der Blase zurück, ganz so wie die Lösungen vieler Salze, welche eine starke Anziehung zum Wasser haben (metaphosphorsaures und saures phosphorsaures Natron) und im Alkohol unlöslich sind, durch Zusatz von Alkohol in zwei flüssige Schichten getrennt werden, wovon die eine schwerere eine concentrirtere (schwach alkoholhaltige) Lösung des Salzes im Wasser, die andere leichtere eine alkoholreiche wässrige Flüssigkeit ist. Der Alkohol und das Salz theilen sich in das Wasser der Auflösung.

Wenn wir einer Mischung von gleichen Theilen Wasser und Aceton eine gewisse Menge trockener Stücke von Chlorcalcium zusetzen, so zerfließen die ersten zugesetzten Mengen desselben, sie lösen sich in der Mischung vollkommen auf. Wenn aber der Zusatz des Chlorcalciums vermehrt wird, so tritt bald eine Trennung ein, es entstehen zwei Schichten, von denen die obere wasserhaltiges Aceton, die untere eine acetonhaltige wässrige Lösung von Chlorcalcium ist. Setzt man noch größere Mengen von Chlorcalcium zu, so wird dem aufschwimmenden Aceton Wasser entzogen, und bei einer angemessenen Menge Chlorcalcium behält das Aceton kein Wasser mehr zurück.

Wenn wir uns denken, dass von den im Anfang entstehenden zwei Schichten (von denen die eine wasserhaltiges Aceton, die andere eine wässrige Lösung von Chlorcalcium ist) die eine, und zwar die Chlorcalciumschicht, mit stets sich erneuernder trockener Luft in Berührung sey, so wird das Wasser dieser Chlorcalciumlösung verdun-

sten, sie wird durch den Wasserverlust concentrirter werden und in Folge dieser größeren Concentration eine neue Menge Wasser aus dem wasserhaltigen Aceton aufzunehmen vermögen, und dies würde so lange dauern, bis das Aceton kein Wasser mehr enthält.

Wenn wir uns an die Stelle des Chlorcalciums eine thierische Blase und an die der Mischung von Aceton und Wasser wasserhaltigen Alkohol denken, so haben wir hierin das schönste Beispiel der ungleichen Anziehung, welche die Thiersubstanz auf die beiden gemengten Flüssigkeiten ausübt.

Es ist bekannt aus Sömmerring's Versuchen, dass Weingeist von einer gewissen Stärke in eine Blase eingeschlossen und der Luftverdunstung ausgesetzt, bloß Wasser verliert, und dass zuletzt wasserfreier oder nahe wasserfreier Alkohol in der Blase zurückbleibt. Bei Anwendung von starkem Weingeist bleibt die Blase an ihrer Außenseite trocken, bei sehr wässerigen fühlt sie sich feucht an und es verdunstet mit dem Wasser auch Alkohol; durch die ungleiche chemische Anziehung der Blase zum Wasser und zum Alkohol tritt hier offenbar eine vollkommene Scheidung ein. Das Wasser der Mischung wird aufgesaugt, es verdunstet an der äußeren Fläche der Blase, der Alkohol bleibt in der Blase zurück. Bis jetzt kennt man keinen Körper, der die Blase in dieser Wirkung zu ersetzen vermöchte, in der That muss auch die Verwandtschaft der leimgebenden Gebilde zum Wasser die aller anderen Thiersubstanzen übertreffen, da ein Unterschied von wenigen Temperaturgraden schon hinreicht, um eine völlige Auflösung derselben zu Leim zu bewirken.

Alle diejenigen Naturforscher, welche den Erscheinungen der sog. Endosmose ihre Aufmerksamkeit zugewendet und eine Erklärung derselben versucht haben, stimmen darin mit einander überein, dass eine Bedingung der Volumänderung zweier Flüssigkeiten, welche, durch eine Blase getrennt, sich mit einander mischen, in der Blase gesucht werden muss.

Magnus nimmt an: »dass die Theile einer jeden Auflösung, z. B. eines Salzes in Wasser, mit mehr Kraft an einander hängen, als die der auflösenden Flüssigkeit, z. B. die des Wassers; es würde daher die Auflösung schwerer flüssig seyn und schwieriger durch sehr enge Oeffnungen hindurchdringen, als Wasser, vorausgesetzt, dass die Wände der Oeffnungen sich gegen beide ganz gleich verhalten, und hieraus würde folgen, dass je concentrirter eine Auflösung ist, desto schwieriger würde sie durch dieselben Oeffnungen hindurchdringen.«

»Versuchen wir nun,« fährt Magnus fort, »mit Hülfe dieser Annahmen [welche für viele Salzlösungen, wie aus S. 921 erhellt, vollkommen richtig und beweisbar sind, obwohl sich nach den Versuchen von Poiseulle eine Menge Ausnahmen finden¹⁾] die Erscheinungen der Endosmose zu erklären.

»In die Poren der Blase wird sowohl die Salzlösung als auch das Wasser eindringen, und es wird sowohl die Salzlösung aus den Poren zum Wasser treten, wegen der Anziehung beider für einander, als auch das Wasser zur Salzlösung und zwar so lange, bis eine völlige Ausgleichung eingetreten ist. Da ferner die Kraft, welche das Wasser zur Salzlösung zieht, ganz dieselbe ist wie die, welche die Salzauflösung

¹⁾ Annal. de chim. et de phys. 3 sér. tom. XXI. p. 84 u. f.

»zum Wasser zieht, so würde ebenso viel Wasser als Salzauflösung durch die Blase gehen, wenn beide Flüssigkeiten gleich leicht durch die Poren dringen könnten. Da dies aber nicht der Fall ist, so ist auch verschiedene Kraft nöthig, um beide Flüssigkeiten durch die Poren zu bringen, oder es werden bei gleicher Kraft ungleiche Mengen von beiden in derselben Zeit hindurchgehen; es wird daher von der, welche leichter hindurchgehen kann, nämlich vom Wasser, mehr zur Salzlösung treten als von dieser zum Wasser; und folglich werden sich die Niveau's beider Flüssigkeiten verändern, wenn keine andere Kraft diese Veränderung hindert.«¹⁾

Nach der obigen Ansicht befinden sich Salzwasser und Wassertheile in den Poren der Blase in einem Zustande der Bewegung, und es wird als die bewegende Kraft die chemische Anziehung bezeichnet, welche die Theile der Salzlösung zu den Wassertheilen des reinen Wassers und umgekehrt die Salztheile zu den Wassertheilen besitzen. Die ungleiche Geschwindigkeit, welche macht, dass in einer gegebenen Zeit mehr Wasser zu der Salzlösung überströmt, als Salzwasser (oder Salztheile) zu dem reinen Wasser, wird, nach Magnus, durch den ungleichen Widerstand bedingt, den die Substanz der Blase dem Durchgange oder Durchfließen der Salzlösung entgegengesetzt.

So eng nun auch die Röhre seyn mag, in welcher durch eine äussere Kraft Molecüle in Bewegung gesetzt werden, so kann immer vorausgesetzt werden, dass der Theil derselben, welcher die Röhrenwand unmittelbar berührt, entweder nicht in Bewegung sich befindet, oder dass er nur eine geringe Geschwindigkeit besitzt, und es muss die Ausflussgeschwindigkeit eine Function der Cohäsion, jedenfalls unabhängig von der Röhrenwand seyn.

Wenn nun das Ausfließen des Wassers auf der einen Seite der Blase durch die Anziehung der Salztheilchen zum Wasser, das Ausfließen des Salzwassers auf der andern Seite durch die Anziehung der Wassertheilchen zu den Salztheilchen hervorgebracht wird, so bleibt es unerklärlich, wie sich Salzwasser und Wasser in einer und derselben Röhre mit ungleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegen können, zwei Flüssigkeiten, von denen vorausgesetzt wird, dass sie eine Anziehung zu einander haben, d. h. mischbar mit einander sind. Diese Anziehung muss in der Röhre in gleicher Weise sich geltend machen, wie ausserhalb, und man sollte demnach denken, dass, wenn beide Flüssigkeiten sich gemischt haben, die Mischung nur nach einer Seite hin mit einer mittleren Geschwindigkeit sich bewegen könnte.

Angenommen, es entstehe in den offenen Mündungen der Poren oder Röhren der Blase oder in irgend einem Theile derselben eine Mischung, so ist schwer einzusehen, warum nicht von der einen Seite Salztheile zu dem Wasser, oder Wassertheile zu den Salztheilchen in der Blase treten, da ja die beiderseitige Anziehung als gleich betrachtet werden muss. Die chemische Verwandtschaft erklärt das Ausfließen nicht.

Setzt man voraus, dass in gewissen Poren nur Salzwasser, in anderen nur reines Wasser sich bewege, so dürfte die Erscheinung nicht eintreten, wenn alle Poren mit Wasser oder Salzwasser gefüllt waren, oder wenn die Röhre mit einer doppelten, drei- oder vierfachen Blase über-

¹⁾ Pogg. Ann. X. p. 164.

bunden wurde; aber die Eigenschaften der Blase zeigen sich an den feinsten sowie an den dicksten Membranen, und eine drei- oder vierfache Lage macht im letzten Resultate keinen Unterschied¹⁾.

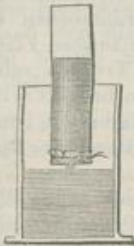
Welchen Einfluss die Natur der Scheidewand oder ihre Anziehung zu den sie berührenden Flüssigkeiten auf diese Erscheinung hat, ergibt sich durch die Vergleichung der Wirkung einer thierischen Membran und einer dünnen Caoutschukhaut.

In einer Röhre, welche mit Blase verschlossen und mit Alkohol gefüllt mit reinem Wasser in Berührung gebracht wird, vergrößert sich das Volum des Alkohols, es tritt mehr Wasser zum Alkohol als Alkohol zum Wasser.

Verschließt man dieselbe Röhre mit einer dünnen Caoutschukhaut, ohne in der Einrichtung des Apparates irgend etwas zu ändern, so nimmt jetzt das Volum des Alkohols ab und das des Wassers vergrößert sich.

Alle Verhältnisse der Mischung beider Flüssigkeiten sind dieselben geblieben, nur die trennende Wand macht den Unterschied.

Wenn man eine mit Blase verschlossene Röhre, Fig. 80, mit Salzwasser füllt und in ein Gefäß mit Wasser stellt, so zwar, dass die Blase und das Wasser nur durch einen Tropfen mit einander in Verbindung stehen, so vergrößert sich das Volumen des Salzwassers, es steigt in der Röhre in die Höhe, wie wenn die Blase in das Wasser eingetaucht wäre, aber der Tropfen wird immer kleiner, bis nach einer oder zwei Stunden eine völlige Trennung erfolgt, der Tropfen reißt sich von dem Wasser los²⁾.



Wäre die Ursache der Volumänderung in diesem Versuche der ungleiche Widerstand, den die Blase dem Durchgange der beiden Flüssigkeiten, bei gleicher Anziehung (gleicher Kraft) von beiden Seiten,

¹⁾ Was die Ansicht betrifft, dass bei der Mischung einer Salzlösung mit reinem Wasser, wenn die beiden Flüssigkeiten durch eine Membran von einander getrennt sind, sich nur Salztheile dem reinen Wasser und nur Wassertheile der Salzlösung durch die Poren der Blase zu einander bewegen, so dürften die folgenden Versuche hierüber einigen Aufschluss geben. Der größeren Genauigkeit halber sind hierbei alle Ermittlungen durch die Waage gemacht worden. Man bediente sich hierzu des Apparates Fig. 76. Die Röhre enthielt 8,67 Grm. gesättigte Kochsalzlösung, worin 2,284 Grm. Salz und 6,38 Grm. Wasser. Nach 24 Stunden hatte dieselbe um 1,79 Grm. an Gewicht zugenommen, der Salzgehalt derselben betrug jetzt 0,941 Grm. Salz; es waren mithin 1,343 Grm. Salz ausgetreten und 3,13 Grm. Wasser eingetreten. Hiernach würden sich 1 At. Salz und 15 At. Wasser neben einander vorbeibewegt haben, was nicht möglich ist, da 1 At. Kochsalz zu seiner Auflösung 18 At. Wasser nöthig hat (10 Thle. Salz 27 Thle. Wasser). Das Gewicht des reinen Wassers in dem Gefäße betrug 19,26 Grm., das Gewicht des Salzwassers zu dem des reinen Wassers verhielt sich mithin wie 1:2,22. In einem andern Versuche, in welchem das Gewicht des Salzwassers in der Röhre sich zu dem des reinen Wassers in dem Gefäße wie 1:7,98 verhielt, hatte die Röhre mit Salzwasser um 0,822 Grm. an Gewicht zugenommen; die Flüssigkeit in dieser Röhre enthielt vor dem Versuch 0,947 Grm., nach 21 Stunden 0,148 Grm. Salz, es waren mithin eingetreten 1,021 Grm. Wasser, ausgetreten 0,799 Grm. Salz; auf 1 At. Salz, welches aus der Röhre mit Salzwasser in das Gefäß mit reinem Wasser überging, traten aus diesem zum Salzwasser etwa über 13 At. Wasser (auf 58,5 Gewichtstheile Salz = 1 At., 118 Wasser).

²⁾ Gießt man in eine $\frac{1}{4}$ Zoll weite mit Blase verschlossene Röhre so viel Quecksilber, dass die ganze innere Oberfläche der Blase vollkommen damit be-

entgegensetzt, so bliebe die beschriebene Erscheinung unerklärlich, denn ein Widerstand ist wohl vermögend, eine Bewegung zu hemmen, aber er bringt keine Bewegung hervor. Wir sehen aber, dass das Wasser in diesem Versuche in die Höhe gehoben wird, und das Zerreißen des Tropfens kann nur die Folge einer mächtigen Anziehung seyn, die ihren Sitz in der Substanz der Blase hat.

Wenn die Benetzung fester Körper durch Flüssigkeiten die Wirkung einer chemischen Anziehung ist, deren Größe bei ungleichartigen Flüssigkeiten verschieden ist, so folgt hieraus von selbst, dass wenn ein poröser Körper mit einer Flüssigkeit gesättigt ist und mit einer zweiten Flüssigkeit in Berührung gebracht wird, welche zu der Substanz desselben eine größere Anziehung besitzt, die erste Flüssigkeit von der andern, auch bei Abwesenheit alles hydrostatischen Druckes, aus den Poren verdrängt werden muss, ganz gleichgültig, ob sich die beiden Flüssigkeiten mischen oder nicht.

Man kann sich denken, dass die Anziehung der zweiten Flüssigkeit von größerer Verwandtschaft, welche die andere verdrängt, dem Drucke der Quecksilbersäule gleich ist, den man nöthig hat, um die letztere durch den porösen Körper durchfließen zu machen.

Ueberbindet man eine cylindrische Röhre an dem einen Ende mit einer sehr dünnen Membran, die durch 24stündiges Eintauchen mit concentrirter Kochsalzlösung gesättigt ist, trocknet die äußere Fläche mit Fließpapier sorgfältig ab, und gießt jetzt einige Tropfen reines Wasser in die Röhre, so dass die Blase innerhalb davon bedeckt wird, so sieht man nach einigen Augenblicken die äußere Fläche mit feinen Tröpfchen Salzwasser sich bedecken; es fließt aus den Poren der Blase Salzwasser aus.

Eine dicke mit Oel getränkte Ochsenblase verhält sich gegen Wasser auf ganz gleiche Weise. Das Oel wird aus den Poren der Blase verdrängt durch das reine Wasser, das letztere nimmt seinen Platz ein.

Wenn die Blase mit reinem Wasser in Berührung gebracht wird, so nimmt sie eine gewisse Quantität davon auf; sind ihre Poren mit Salzwasser angefüllt, und bedeckt man die eine Seite derselben mit reinem Wasser, so mischt sich dieses mit dem Salzwasser in den offenen Poren der Blase; an der dem Wasser zugekehrten Seite der Blase entsteht ein wasserhaltiges Salzwasser, welches in Berührung mit der nächsten Schicht reinen Wassers sich mit diesem mischt und in dieser Weise empfangen die folgenden Wasserschichten von der Blase aus eine gewisse Menge Salz.

In dem Inneren der Blase entstehen in gleicher Weise nach der Seite hin, welche der Luft zugekehrt ist, Mischungen, welche ungleich in ihrem Salzgehalte sind; wenn wir uns die Blase aus mehreren Schichten zusammengesetzt denken, so empfangen alle Schichten von der dem Wasser zugekehrten Blasenoberfläche aus eine gewisse Menge Wasser, die äußerste der Luft zugekehrte Fläche empfängt am wenigsten, sie ist die salzreichste.

deckt ist, füllt sie sodann mit Salzwasser und stellt sie in reines Wasser, so vergrößert sich das Volumen des Salzwassers genau so, wie wenn das Quecksilber nicht vorhanden wäre.

Die Ursache der Mischung ist die chemische Verwandtschaft der Salz- zu den hinzutretenden Wassertheilchen, diese Kraft der Anziehung ist auf beiden Seiten gleich, aber die Anziehung der Substanz der Blase zu der wasserreicheren oder salzärmeren Flüssigkeit ist größer. In Folge dieses Unterschiedes der Anziehung der Flüssigkeiten zu der Substanz der Blase wird ein Theil der Mischung aus den Poren der Blase verdrängt, die salzärmere nimmt den Ort der salzreicheren ein, von der letztern tritt ein Theil aus und mit demselben eine gewisse Menge von demjenigen Wasser, welches sich der äußersten Schicht durch Mischung hinzugefügt hat; es fließt Salzwasser und Wasser nach der Seite hin aus, wo sich ihrem Austreten der kleinste Widerstand entgegengesetzt. Das Ausfließen nach der Seite hin, wo das reine Wasser aufgegossen wurde, wird durch die stärkere Anziehung gehindert, welche die salzärmere Flüssigkeit zu der Substanz der Blase besitzt.

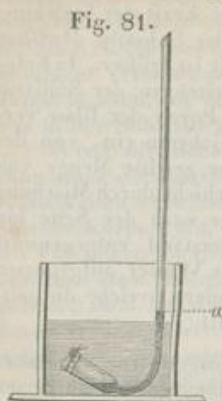
Wenn auf der einen Seite der Blase das ausgetretene Salzwasser (welches Wasser aufgenommen hatte) hinweggenommen und an dessen Platz concentrirteres Salzwasser gebracht, und ebenso auf der andern Seite der Blase das verdünnte hinweggenommen und durch noch Verdünnteres ersetzt wird, so wiederholt sich derselbe Vorgang. Es entsteht eine bleibende Differenz, und es stellt sich so lange ein dauernder Zustand der Mischung und des Ueberfließens ein, bis die Flüssigkeiten auf beiden Seiten eine gleiche oder nahe gleiche Zusammensetzung haben.

Denkt man sich, dass die beiden Flüssigkeiten die Scheidewand ungleich benetzen, so folgt hieraus von selbst, dass zu der chemischen Anziehung, welche die ungleichartigen Theilchen der Flüssigkeiten zu einander haben, in der Kraft, mit welcher sie von der Scheidewand angezogen werden, eine Ursache kommt, die ihre Bewegung oder ihr Durchgangsvermögen beschleunigt, was zur Folge haben muss, dass die eine in derselben Zeit in größerer Menge überströmt als die andere.

Die Versuche (Fig. 76.) versinnlichen diesen Vorgang, und zeigen, dass der Wechsel der Flüssigkeiten auf beiden Seiten der Blase durch das ungleiche specifische Gewicht derselben wesentlich bedingt ist. So lange die Differenz in der Zusammensetzung (die hier gemessen werden kann durch das specifische Gewicht) sehr groß ist, findet die Volumänderung (die Zunahme der einen und die Volumabnahme der anderen) mit Schnelligkeit Statt, aber zuletzt, wenn sie sehr klein wird, mischen sich beide Flüssigkeiten, ohne dass eine weitere Volumänderung wahrnehmbar ist, offenbar, weil die Anziehung der Blase zu den Mischungen auf beiden Seiten, obwohl sie in ihrem specifischen Gewicht noch verschiedenen sind, nicht mehr merklich abweicht.

Im letzten Resultate erscheint die Wirkung, welche verschiedenartige Flüssigkeiten auf die Substanz der thierischen Gewebe ausüben, in Folge welcher die Mischung derselben mit einer Volumänderung begleitet ist, einem mechanischen Drucke gleich, der von der einen Seite her stärker ist, als von der anderen.

Füllt man die Röhre, Fig. 81., welche an ihrer weiten Oeffnung mit einer Blase verschlossen ist, mit Salzwasser bis *a* an und gießt alsdann in die enge Röhre so viel Quecksilber ein, bis durch den Druck desselben, Salzwasser durch die Poren der Blase in feinen Tropfen auszutreten beginnt, nimmt alsdann von der Quecksilbersäule so viel ab, dass das Austreten nicht weiter wahrnehmbar ist, und stellt jetzt diese Vorrichtung in ein Gefäß mit reinem durch Indigolinctur gefärbtem Wasser, so ändert sich der Stand des Quecksilbers nicht; beim vorsichtigen Herausnehmen der Röhre aus der blauen Flüssigkeit, nach etwa einer oder zwei Stunden, sieht man, dass sich in dem oberen Theile der weiten Röhre, welche das farblose Salzwasser enthielt, eine dunkelblaue Schicht gebildet hat, die auf einer farblosen



schwimmt. Nach längerer Zeit sieht man die blaue Farbe von oben nach unten sich immer mehr verbreiten, bis zuletzt das Salzwasser eine gleichförmige blaue Farbe angenommen hat.

Wie hieraus leicht ersichtlich ist, mischen sich diese beiden Flüssigkeiten, wie wenn auf das Salzwasser kein Druck gewirkt hätte, denn ein mechanischer Druck übt keinen Einfluss auf die Mischung aus, aber in Folge des Druckes auf die Blase mischen sie sich jetzt ohne Volumänderung. Der mechanische Druck, welchen das Wasser in Folge seiner größeren Verwandtschaft zur Blase auf das Salzwasser in den Poren der Blase ausübt, wird durch die Quecksilbersäule im Gleichgewicht gehalten, oder was ganz dasselbe ist, es tritt ebenso viel Salzwasser aus als wie Wasser ein.

Denken wir uns die Quecksilbersäule hinweggenommen, so erklärt sich das Steigen des Salzwassers in der engen Röhre ohne weitere Auseinandersetzung. Ueberbindet man ein kurzes mit Salzwasser oder Alkohol gefülltes Röhrenstück an beiden Enden mit Blase (eine Vorrichtung, die eine Zelle repräsentiren soll) und hängt dieselbe in ein Gefäß mit reinem Wasser, so nehmen die beiden Blasenoberflächen eine convexe Form an, sie schwellen an, aber ohne zu bersten. Wenn der durch Aufnahme von Wasser im Inneren steigende Druck die Verwandtschaft des Wassers zur Blase, und damit das weitere Eindringen desselben im Gleichgewichte hält, so erfolgt jetzt der Austausch ohne weitere Volumänderung.

Die eben beschriebenen Erscheinungen zeigen die meisten porösen Körper, wenn deren Poren so fein sind, dass ein schwacher hydrostatischer Druck durch sie nicht fortgepflanzt wird, sie lassen sich an Thonzellen¹⁾ (so wie sie zu den galvanischen Apparaten gebraucht wer-

¹⁾ Ich halte es für wichtig genug, bei dieser Gelegenheit hervorzuheben, dass auch poröser Thon von Salzwasser und Wasser ungleiche Volumina in seinen Poren aufnimmt. In besonders zu diesem Zweck angestellten Versuchen wurden Thonzellen (aus schwach verglühtem Porzellan) 24 Stunden in reines Wasser gelegt, nach dieser Zeit sorgfältig mit Fließpapier abgetrocknet und durch die Waage die Gewichtszunahme (die Menge des eingesaugten Wassers) bestimmt, die nämliche Thonzelle wurde sodann vollständig ausgetrocknet, dann in gesättigte Kochsalzlösung 24 Stunden gelegt, und in derselben Weise die

den), an der inneren Haut von Erbsen- und Bohnenschoten, feinem Bast, der Oberhaut von Weintraubenbeeren, Kartoffelknollen, Aepfeln, der inneren Haut der Samenkapsel des Blasenstrauchs etc. hervorbringen, aber die thierischen Gewebe übertreffen alle anderen an Wirksamkeit. Zu ihrer ungleichen Verwandtschaft gesellt sich nämlich ein ungleiches Absorptionsvermögen für ungleichartige Flüssigkeiten, wodurch ihre Wirkung auf die Volumänderung während der Mischung verstärkt wird.

Wenn eine mit Blase verschlossene und mit Wasser gefüllte Röhre in Alkohol oder Salzwasser eingetaucht erhalten wird, so entsteht an allen Punkten, wo das Salzwasser oder der Alkohol die mit Wasser gesättigte Blase berühren, eine Aenderung in der Beschaffenheit der Blase. Wenn sich in den offenen Poren derselben der Alkohol oder das Salzwasser mit dem darin enthaltenen Wasser mischt, so vermindert sich mit dem Hinzutreten von Salz oder Alkohol zu diesem Wasser das Absorptionsvermögen der Blase für dasselbe, von der Mischung wird weniger dem Volum nach zurückgehalten, als vom reinen Wasser, d. h. es fließt Wasser nach der Seite des Salzwassers oder des Alkohols hinaus. Dieses Ausfließen ist von einer Volumänderung in der Substanz der Blase begleitet; die dem Salzwasser oder dem Alkohol zugekehrte Seite derselben zieht sich zusammen (sie schrumpft ein). (Siehe S. 923.)

Die Oberflächen einer thierischen Haut, welche auf beiden Seiten mit zwei ungleichartigen Flüssigkeiten in Berührung ist, für welche sie ein ungleiches Absorptionsvermögen besitzt, sind in einem ungleichen Zustande des Zusammengezogeneins (Contraction). Dieser Zustand ist bleibend, so lange die Flüssigkeiten ihre Beschaffenheit nicht ändern, er hört aber auf und stellt sich wieder her, wenn durch den Wechsel des Platzes der beiden die Blasenflächen berührenden Flüssigkeiten, die ursprüngliche oder überhaupt eine dauernde Ungleichheit in ihrer Beschaffenheit herbeigeführt wird.

In allen denjenigen Fällen, wo eine dauernde Aenderung des Volums zweier Flüssigkeiten, die durch eine Membran von einander getrennt sind, während ihrer Mischung wahrgenommen wird, ist diese stets von einer dauernden Differenz in der Natur oder Beschaffenheit der beiden die Blase berührenden Flüssigkeiten begleitet, und es folgt hieraus von selbst, dass die kleinsten Theilchen der thierischen Membran sich während der Mischung in einem aufeinander folgenden Zustande der Zusammenziehung und Anschwellung oder Ausdehnung, d. h. in einer beständigen Bewegung befinden.

Menge des aufgenommenen Salzwassers ermittelt. In einer zweiten Reihe von Versuchen wurden die Thonzellen eingetaucht in Salzwasser und reines Wasser, unter die Luftpumpe gebracht, und unter einem Druck von 8 Linien Manometerstand 24 Stunden stehen gelassen.

In Luft unter gewöhnlichem Druck nahmen die Thonzellen auf:

100 Gew. Theile.	Thonzelle I.	Gewichte.		Volumina.	
		Wasser.	Salzwasser.	Wasser.	Salzwasser.
		15,4	14,6	15,4	12,2
"	" II.	11,8	11,6	11,8	9,7

In luftverdünnten Räume nahmen auf:

100 Gew. Theile.	Thonzelle I.	Gewichte.		Volumina.	
		Wasser.	Salzwasser.	Wasser.	Salzwasser.
		16,5	16,8	16,5	14,0
"	" II.	13,8	13,8	13,8	11,5

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass die Volumänderung zweier mit einander mischbaren Flüssigkeiten, welche durch Membranen von einander getrennt sind, bedingt ist von der ungleichen Anziehung, welche die Membran zu diesen Flüssigkeiten besitzt. Das ungleiche Aufsaugungsvermögen der thierischen Membran für diese Flüssigkeiten ist eine Folge ihrer ungleichen Anziehung, es ist abhängig von der verschiedenen Natur der Flüssigkeiten oder der in den Flüssigkeiten gelösten Substanzen; ein ungleicher Gehalt an gelösten Stoffen (eine ungleiche Concentration) wirkt in vielen Fällen, wie wenn die Flüssigkeiten zwei verschiedenartige Substanzen enthielten.

Obwohl die bis jetzt von Fischer (welcher diese Erscheinungen zuerst wahrnahm), Magnus, Dutrochet und Anderen angestellten Versuche und erhaltenen Resultate keine Vergleichen zuliefen, indem die hierzu angewendeten Apparate nur relative Volumänderungen anzeigten, so ist die Kenntnissnahme von einigen derselben nichts desto weniger von Wichtigkeit.

Bei Anwendung von verdünnter Schwefelsäure (1,093 spec. Gew.) und Wasser nimmt bei 10° das Volum der Schwefelsäure zu, besitzt die Schwefelsäure ein spec. Gewicht von 1,054, so vergrößert sich das Volum des Wassers.

Verdünnte Weinsäure (11 krystallisirte Säure u. 89 Wasser) und Wasser mischen sich durch eine Blase ohne Volumänderung, bei mehr als 11 Säure vermehrt sich das Volum der Säure, bei weniger nimmt das Volum des Wassers zu.

Das Volum einer Kochsalzlösung, die durch eine Membran von einer Glaubersalzlösung von demselben specifischen Gewichte (1,085) getrennt ist, nimmt an Volum ab, die Glaubersalzlösung nimmt zu (Dutrochet).

Auflösungen von Thierleim, Gummi, Zucker, Eiweiß nehmen durch eine Blase von Wasser getrennt an Volum zu, und zwar ist die Volumzunahme bei diesen verschiedenen Lösungen, auch wenn sie gleiches spec. Gewicht besitzen, höchst verschieden. Bei einem spec. Gewicht von 1,07 beträgt die Volumzunahme bei der Leimlösung 3, bei Gummi 5, bei Zucker 11 und bei Eiweiß 12. Wenn eine Zuckerlösung (16 Wasser, 1 Zucker) durch eine Blase von Wasser getrennt ist, so vermehrt sich das Volum derselben, setzt man der Zuckerlösung 1 Oxalsäure zu, so nimmt umgekehrt das Wasser an Volum zu, beträgt die Menge des Zuckers doppelt so viel, so mischen sich beide Flüssigkeiten durch die Blase ohne Volumänderung. Eine Zuckerlösung, welche von einer Lösung von Oxalsäure getrennt ist, steigt in derselben Zeit dreimal so hoch, als mit reinem Wasser (Dutrochet).

Aus diesen Versuchen ergibt sich als ein ganz allgemeines Resultat (welches übrigens einer Bestätigung bedarf), dass eine thierische Membran für eine Albuminlösung vor allen anderen Lösungen von organischen Substanzen die geringste Aufnahms- oder Absorptionsfähigkeit besitzt und dass ein schwacher Gehalt von Mineral- und organischen Säuren die Durchgangsfähigkeit von Wasser sowohl wie von Lösungen mancher organischen Substanzen vermehrt ¹⁾.

¹⁾ Um in diesen Versuchen nicht zu irrigen Schlüssen verleitet zu werden, muss man die Anwendung aller derjenigen Flüssigkeiten vermeiden, welche die Haut in ihren chemischen Eigenschaften verändern; hierzu gehören namentlich Säuren

Die Schnelligkeit der Mischung zweier durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten hängt ab von der Dicke der Membran und steht in geradem Verhältniss zu der Schnelligkeit, mit welcher die in den Poren und in den beiden Flächen der Blase entstehende Mischung ihren Platz wechselt und die ursprüngliche Differenz in der Beschaffenheit der beiden Flüssigkeiten sich erneuert.

Wenn wir uns eine Röhre denken, welche durch eine Membran gebildet (einen Darm z. B.) und mit Wasser gefüllt ist, und voraussetzen, dass um diesen Darm in Folge einer mechanischen Kraft ein Strom von salzhaltigem Wasser circulirt, so wird hiernach, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, die Volumzunahme des Salzwassers (der Uebergang einer entsprechenden Menge Wassers) in einer weit kürzeren Zeit erfolgen müssen, als wenn sich das Salzwasser nicht in Bewegung befände.

Die Uebergangsgeschwindigkeit wird mit der Differenz (dem Unterschied in dem Salzgehalt) in der Beschaffenheit der beiden Flüssigkeiten abnehmen, sie wird im Anfange am grössten seyn und mit der Verdünnung des Salzwassers (in dem Maasse als Wasser übergegangen ist) abnehmen.

Es muss demnach die grösste Wirkung dauernd eintreten, wenn das zum Salzwasser übergegangene Wasser unaufhörlich wieder entfernt, wenn also die Concentration des Salzwassers unverändert erhalten wird. Wenn wir uns hierzu denken, dass die Membran für die eine Flüssigkeit schwer durchdringlich sey, während sie die andere leicht in ihre Poren aufnimmt, und in Betrachtung ziehen, dass diese zweite Flüssigkeit bei ihrem Eintreten in die Poren der Blase, vermöge der Anziehung ihrer Wände, eine gewisse Geschwindigkeit empfängt, welche ihr gestattet, über die Punkte des Kanals oder der Poren hinauszugehen, so dass also diese Flüssigkeit die Poren ganz ausfüllt und mit der anderen ausserhalb der Poren in directe Berührung gelangt, so muss, wenn diese zweite Flüssigkeit sich mit einer gewissen Geschwindigkeit an den Poren vorbei bewegt, die aufgesaugte Flüssigkeit während der Mischung ihr folgen, es muss ein rascher Uebergang dieser zweiten zu der ersten, eine wahre Aufsaugung wie durch eine Pumpe stattfinden.

Einen Apparat dieser Art in der vollkommensten Form kennen wir in dem thierischen Körper. Die Blutgefäße enthalten eine Flüssigkeit, für welche die Wände derselben im normalen Zustande weit weniger durchdringlich als die aller anderen Flüssigkeiten des Körpers sind; das Blut bewegt sich in denselben mit einer gewissen Geschwindigkeit, und es wird die Blutflüssigkeit durch einen besonderen Apparat (die Harnwerkzeuge) stets auf einem nahe gleichen Zustande der Concentration erhalten.

Der ganze Darmkanal ist umgeben mit diesem System von Blutgefäßen, und alle Flüssigkeiten, insofern sie die Fähigkeit besitzen, von den Wänden des Darmkanals und der dahinter befindlichen Blutgefäße aufgenommen zu werden, mischen sich mit Schnelligkeit dem Blute

von einer gewissen Concentration, salpetersaures Silberoxyd, Bleisalze, Goldchlorid, Chlorzinn, Chromsäure, saures chromsaures Kali, Gerbsäure etc. Ueberhaupt ändern sich die Eigenschaften der Häute schon im bloßen Wasser nach einigen Tagen, sie pflanzen alsdann den hydrostatischen Druck durch ihre Poren fort und müssen zu diesen Versuchen verworfen werden.

bei, das Volum des Blutes nimmt, wenn keine Ausgleichung durch die Nieren stattfindet, zu, der Darm wird von den darin enthaltenen Flüssigkeiten entleert. Die Darmzotten, durch welche dieser Uebergang vermittelt wird, von denen jede einzelne einen solchen Saugapparat darstellt, enthalten im Inneren zwei Systeme von Kanälen, die Blut- und Milchsaftgefäße; die Blutgefäße befinden sich der äußeren aufsaugenden Oberfläche am nächsten, die Milchsaftgefäße nehmen vorzugsweise die Mitte der Darmzotte ein; die in beiden circulirenden Flüssigkeiten besitzen eine sehr ungleiche Geschwindigkeit, und da sich das Blut in den Blutgefäßen weit schneller bewegt, so erklärt sich, woher es kommt, dass die Flüssigkeiten des Darms vorzugsweise (in Quantität und Schnelligkeit) in die Blutcirculation aufgenommen werden.

Der Unterschied in dem Aufsaugungsvermögen der Wände des Darmkanals für Flüssigkeiten, welche ungleich in ihrem Gehalte an gelösten Substanzen sind, lässt sich mit Leichtigkeit an der Wirkung beobachten, welche Wasser und Salzaufösungen auf den Organismus ausüben.

Wenn man im nüchternen Zustande von zehn zu zehn Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnenwasser trinkt, dessen Salzgehalt kleiner ist, als der des Blutes, so tritt schon nach dem Trinken des zweiten Glases (jedes zu 4 Unzen gerechnet) eine Quantität gefärbten Harns aus, dessen Gewicht dem Volumen des genossenen ersten Glases Wasser sehr nahe gleich ist, und wenn in dieser Weise zwanzig Gläser getrunken werden, so hat man neunzehn Harnentleerungen, deren letzte farblos und in ihrem Salzgehalte nur um etwas größer als der des Brunnenwassers ist.

Macht man denselben Versuch mit einem Wasser, welches denselben Salzgehalt wie das Blut besitzt ($\frac{3}{4}$ bis 1 Proc. Kochsalz), so zeigt sich keine von der gewöhnlichen abweichende Harnentleerung; es ist sehr schwer, von diesem Wasser mehr als drei Gläser zu trinken, ein Gefühl des Gefülltseins, Druck und Schwere im Magen deuten an, dass Wasser, welches einen dem im Blute gleichen Salzgehalt besitzt, eine längere Zeit zu seiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Salzwasser zu sich, dessen Salzgehalt um etwas größer ist, als der des Blutes, so tritt mehr oder weniger starkes Purgiren ein.

Je nach dem Salzgehalt ist die Wirkung des Salzwassers von dreifacher Art. Das Brunnenwasser wird mit größter Leichtigkeit in die Blutgefäße aufgenommen, die nur eine geringe Absorptionsfähigkeit für Wasser zeigen, welches einen dem Blute gleichen Salzgehalt besitzt, ein an Salz noch reicheres Wasser tritt nicht durch die Harnwege, sondern durch den Darmkanal aus.

In gleicher Weise verhalten sich Salzaufösungen und Wasser, welche in Form eines Klysters in den Mastdarm eingebracht werden. Reines Wasser wird von den Wänden des Mastdarms sehr rasch aufgenommen und durch die Harnwege wieder entleert, setzt man dem Wasser gefärbte oder riechende Materien zu, so erscheinen diese mehr oder weniger verändert im Harn; bei Zusatz von kleinen Mengen Blutlaugensalz lässt sich die Gegenwart desselben im Harn sehr bald mittelst eines Eisenoxydsalzes durch die Entstehung von Berlinerblau erkennen. Von concentrirten Salzlösungen wird in gleichen Zeiten weit

weniger aufgenommen, als von verdünnten, in den meisten Fällen mischen sie sich mit den in den Mastdarm gelangenden festen Stoffen und treten in der Form eines wässerigen Stuhlgangs wieder aus.

Nicht alle Salze wirken in dieser Beziehung gleich; bei gleichen Gaben ist die purgirende Wirkung des Glaubersalzes und Bittersalzes weit größer, als die des Kochsalzes, und ihre Aufnahmefähigkeit in die Substanz thierischer Membranen scheint mit dieser Wirkung im umgekehrten Verhältniss zu stehen. Es ist wohl kaum nöthig, besonders hervorzuheben, dass in dem beschriebenen Verhalten der Salzauflösungen auf den Organismus eine Erklärung der Wirkung der Purgirmittel überhaupt nicht eingeschlossen werden kann, das erwähnte Beispiel soll eine physikalische Eigenschaft darthun, welche einer großen Anzahl Salze gemein ist und unabhängig von der Säure und von der Base zu seyn scheint; denn Chlorcalcium, Chlormagnesium, Weinstein, Seignettesalz, phosphorsaures Natron, gewisse Dosen von Brechweinstein zeigen einerlei Wirkung mit dem Kochsalz, Glaubersalz und Bittersalz, obwohl die Basen und Säuren in diesen verschiedenen Salzen nicht die nämlichen sind.

Da die chemische Natur und mechanische Beschaffenheit der Membranen und Häute auf die Verbreitung der Flüssigkeiten im thierischen Körper den größten Einfluss ausübt, so verdient das Verhalten jeder einzelnen in ihrer Structur abweichenden Membran oder der verschiedenen Drüsen und Gefäßsysteme durch umsichtige Versuche erforscht zu werden, und es dürfte sich leicht ergeben, dass in der Absonderung der Milch, der Galle, des Harns, des Schweißes etc. die Membranen und Zellenwände eine weit wichtigere Rolle spielen, als man denselben zuzuschreiben geneigt ist, dass ihnen neben ihren physikalischen gewisse chemische Eigenschaften zukommen, durch welche sie Zersetzungen und Verbindungen, wahre Scheidungen zu bewirken vermögen, woraus sich denn von selbst der Einfluss chemischer Agentien, von Arzneimitteln und Giften auf diese Eigenschaften ergeben wird.

Die in dem Obigen beschriebenen Erscheinungen gehören unter den Bestandtheilen des Thierkörpers den leimgebenden Gebilden nicht allein an, sie scheinen sich auf viele andere zu erstrecken, welche zu diesen nicht gerechnet werden können.

Ueberbindet man die eine Oeffnung einer cylindrischen Röhre mit etwas nassem Papier, gießt in dieselbe einige Linien hoch frisches Eiweiß und stellt sie sodann mit diesem Ende in siedendes Wasser, so gerinnt das Eiweiß und nach Hinwegnahme des Papiers hat man eine Röhre verschlossen mit einem genau passenden Propf von Eiweiß, welcher weder Wasser noch Salzwasser ein Durchfließen gestattet. Wird diese Röhre mit Salzwasser zur Hälfte gefüllt und wie in Fig. 76 in reines Wasser gestellt, so sieht man allmählig das Salzwasser steigen; in 3 — 4 Tagen nimmt das Salzwasser um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ an Volum zu, gerade so wie wenn die Röhre mit einer sehr dicken Membran verschlossen wäre.

J. L.

Englisch Blau s. Fayenceblau.

Englisch Gelb s. Bleichlorür Thl. I. S. 818.

Englisch Pflaster s. Emplastra.

Englisch Roth s. Caput mortuum Seite 78 und Bd. I. Seite 172.

Englisch Salz syn. mit Bittersalz.

Entbindungs- Apparate s. Gasentwickelungs- Apparate.

Entenfett s. Fette, feste thierische.

Entfärben. Unter dieser Benennung soll hier lediglich die Rede seyn von der Entfernung organischer färbender Substanzen aus Flüssigkeiten. In dem Artikel »Bleichen« findet sich bereits die Methode angegeben, wie man Farbstoffe durch die Einwirkung von Chlor zerstören oder durch schwellige Säure löslich machen und entfernen kann. Viele färbende Materien können aus ihren Lösungen durch verschiedene Mittel gefällt werden, es lässt sich darüber nichts Allgemeines sagen, da sich die färbenden Stoffe sehr verschieden sowohl gegen Lösungsmittel wie gegen Säuren und Salze verhalten; viele vereinigen sich mit Metalloxyden zu unlöslichen Verbindungen, namentlich mit dem Blei oder mit der Thonerde, worüber in den Art. »Färberei, Farbstoffe und Lackfarben« das Nähere zu finden ist, und können ihre Lösungen durch solche Mittel entfärbt werden.

Lowitz in Petersburg war der Erste, der auf die entfärbende Kraft der Pflanzenkohle aufmerksam machte, nach ihm zeigte Kehl 1793, dass thierische Kohle diese Fähigkeit in noch höherem Grade besitze. Guillon wandte zuerst im Großen die Knochenkohle zur Entfärbung des Zuckersyrups an, die wichtigste Entdeckung für die ganze Zuckercabrication und Raffinirung (s. dort).

Payen¹⁾ hat in einer 1822 gekrönten Preisschrift gezeigt, dass die Kohle, um eine kräftig entfärbende Wirkung zu üben, sehr fein vertheilt seyn muss, und dass es dabei auf die Natur des Körpers, woraus sie gewonnen wird, lediglich nur insoweit ankommt, als er Einfluss auf die Vertheilung der Kohle hat. Kohlen mit glänzendem Bruch haben wenig entfärbende Kraft. Geschmolzene Kohle, wie man sie z. B. beim Verkohlen von Zucker erhält, entfärbt nicht, Holzkohle, die die Structur des Holzes beibehält, und daher porös ist, wirkt schon kräftig auf viele lösliche Körper ein; Kohle von schweren Holzarten eignet sich besser zum Entfärben, die von leichten besser zum Entfäulen von Flüssigkeiten. Verkohlte Braunkohlen haben viel entfärbende Kraft, bisweilen $\frac{1}{3}$ von der der Knochenkohle; Steinkohlen, die geschmolzene Coaks geben, entfärben gar nicht; aber das stärkste Entfärbungsvermögen besitzt die gut bereitete Knochenkohle (s. Kohle, thierische). Hier ist die Kohle, welche nur $\frac{1}{10}$ vom Gewichte der ganzen Masse beträgt, durch die Knochenerde in möglichst feiner Vertheilung erhalten. Zieht man durch Salzsäure alle Knochenerde aus, so erhält man nach Payen eine Kohle, die bei gleichem Gewicht ungefähr dreimal so gut entfärbt, als vorher, da aber 10 Thle. nur 1 Thl. ausgezogene Kohle liefern, so ist eine gegebene Menge von letzterer, falls

¹⁾ Payen, Bussy und Defosses von der pharm. Gesellschaft in Paris gekrönte Preisschriften; siehe Dingler's polytechn. Journ. Bd. IX. S. 296. — Warrington und Weppen, Journ. f. prakt. Chem. Bd. XXXV S. 336. — Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LV S. 241 und Bd. LIX S. 354.

nicht saure Flüssigkeiten zu entfärben sind, welche sich durch die darin lösliche Knochenerde verunreinigen würden, dennoch dreimal weniger wirksam, als das Gewicht nur gebrannter Knochen, woraus sie erhalten wird. Eine sehr wirksame aber theure Kohle erhält man durch Eindampfen von Blut, dem man den 4ten Theil seines Gewichtes Potasche zugesetzt hat, und Glühen der trockenen Masse, bis kein Rauch mehr entweicht. Eine ähnliche vortreffliche Kohle wird als Nebenproduct bei der Blutlaugensalzbereitung gewonnen (s. dort). Man laugt den Rückstand zuerst mit Wasser aus, bis alles Alkali entfernt ist, dann kocht man denselben mit verdünnter Salzsäure, was nicht früher geschehen darf, weil sich sonst Berlinerblau und Chlorkalium bilden und in der Kohle niederschlagen, und wäscht zuletzt mit Wasser. Bei diesen Kohlen ist offenbar die größte Oberfläche vorhanden, und da die entfärbende Wirkung nichts Anderes als eine Oberflächen-Anziehungsaufserung ist, so müssen sie auch den größten Effect bei gleichem Gewicht haben. Bei den meisten Farbstoffen, welche durch Kohle aus ihren Lösungen angezogen werden, geschieht dies vollständiger durch Digestion in der Wärme. Die Lösungen von 10 Gr. folgender Körper in zwei Unzen Wasser werden, nach W e p p e n, durch Digestion mit 30 Gr. thierischer Kohle vollständig entfärbt: Wermuth, Coloquinten, Chinarinde, Ratanhiawurzel, Bitterklee, Cascarill, Quassia. Nicht nur der Farbstoff, sondern auch die Bitterstoffe, die meisten Pflanzenalkaloide, die meisten schweren Metalloxyde, sowie Jod werden aus ihren Lösungen vollständig durch Thierkohle in hinreichender Menge gefällt. So viel einzelne Beobachtungen über diese Wirkungsweise der Kohle, namentlich an den oben citirten Stellen, zu finden sind, so wenig hat sich diese merkwürdige Eigenschaft bisher einer umfassenden Untersuchung zu erfreuen gehabt.

V.

Entfuseln. Die vollständige Befreiung des Weingeistes von seinem Gehalt an Fuselöl ist eine schwierige Aufgabe, die in praktischer Beziehung immer noch nicht hinreichend gelöst ist.

Durch Destillation bei möglichst niedriger Temperatur eines nicht sehr starken Weingeistes und isolirtes Auffangen des zuerst übergehenden stärksten Alkohols, Verdünnen desselben mit Wasser und mehrmaliges Wiederholen der Operation kann man zuletzt einen fast fuselfreien Alkohol gewinnen, weil der Alkohol schon bei 79° siedet, das Fuselöl aber erst bei 132°, weshalb dieses in größter Menge erst mit dem wasserhaltigeren zuletzt überdestillirenden Spiritus übergeht. Bei der jetzigen Destillationsmethode des Spiritus, wo, wie in dem Art. Destillation, Bd. II. S. 545 beschrieben, die leichter verdichtbaren Dämpfe der gegohrenen Flüssigkeit stets wieder zurückfließen, geht viel weniger Fuselöl mit dem starken Spiritus über, als bei einfacher Destillation, aber dennoch ist der Spiritus nie frei davon. Man hat sehr verschiedene Mittel zu der Reinigung vorgeschlagen. Am besten gelingt es mit Kohlen auf die nachher zu beschreibende Weise. Andere haben verschiedene Säuren angewandt, Schwefelsäure, Salpetersäure, Essigsäure, auch wohl essig- oder schwefelsaure Salze. Letztere sind gewiss ohne jeden Nutzen, erstere verändern das Fuselöl ebenfalls nicht, und haben außerdem den Nachtheil, dass die Blasen davon angegriffen werden, wenn die Säuren nicht vor der Destillation durch Kalk oder Alkalien gesättigt sind, namentlich bei Anwendung von Salpetersäure. Vielleicht besteht ihr Nutzen lediglich darin, dass sie die Bildung einer geringen Menge Aethers ver-

anlassen, dessen lieblicher Geruch den des Fuselöls etwas verdeckt. Alkalien scheinen eine etwas vortheilhaftere Wirkung als Säuren zu haben, aber auch sie verhindern das Uebergelien von Fuselöl nicht. Chlorkalk ist sehr gerühmt worden, er verändert, verharzt das Fuselöl, aber es ist nicht wohl möglich, gerade nur so viel zuzusetzen, dass die Einwirkung sich nicht auch auf den Alkohol erstreckt, wodurch dieser einen nichts weniger als angenehmen Geruch erhält. Kochsalz, Alaun u. dergl. zuzusetzen, kann keine günstige Wirkung haben, obwohl auch sie oft empfohlen wurden. Hünefeld hat übermangansaures Kali vorgeschlagen, was ähnlich wie Chlorkalk wirkt und einen Theil des Alkohols zerstört. Die oft empfohlene Milch scheint ebenso zu wirken, wie fette Oele oder Butter. Sie bilden eine Fettschicht, die Fuselöl etwas fester bindet als Wasser; schon bei bloßem Schütteln von fettem Oel mit stark fuseligem Branntwein nimmt dies den Geruch an, ohne den Branntwein jedoch ganz davon zu befreien. Beim Kochen vermag es das Fuselöl noch weniger vollkommen zurückzuhalten.

Mit Kohle aber kann man den Fuselgeruch vollständig entfernen, nur bedarf es dazu einer nicht unbedeutenden Menge. Am besten verfährt man auf folgende Weise, wenn grössere Quantitäten zu reinigen sind. In kleine Fässer von etwa 1 Fufs Weite und 3 — 4 Fufs Höhe wird ein doppelter durchlöcherter Boden gelegt, darauf grobzerhacktes Stroh, und auf dieses kleine, wohlgewaschene Kieselsteine; dann wird das Fass mit erbsengroßen Stücken zerschlagener Holzkohle von leichtem Holz ziemlich vollgefüllt, eine Lage gewaschenen recht groben Sandes daraufgelegt und ein wollenes oder recht dichtes Leinentuch so in dem Fasse etwa 3 Zoll von seinem oberen Rande durch einen eingelegten Reif oder durchlöcherter Boden ausgespannt, dass aller Spiritus durch dasselbe filtriren muss. An dem Fasse läuft eine Röhre herunter, die unter dem doppelten Boden mündet, an ihrem oberen Ende aber einen das Fass überragenden Trichter trägt; oben 1 Zoll unter dem Rande des Fasses ist eine horizontale Röhre in dasselbe eingesetzt, woraus der Spiritus ablaufen kann, wenn das Fass beinahe voll ist. Ausserdem hat jedes Fass unter dem unteren Boden einen kleinen Hahn und ist mit einem wohlschließenden Deckel versehen. Man stellt 6 — 8 solcher Fässer treppenförmig so auf, dass, wenn das erste gefüllt ist, der Spiritus, in dem Maasse als er zufließt, durch die oben angebrachte Ablaufröhre in den Trichter des zweiten Fasses ausfließt, der des zweiten in das dritte u. s. f. Der Spiritus, der gereinigt werden soll, läuft aus einem Gebinde, was hoch genug gelegt wird und mit einem guten Hahn versehen ist, um den Zufluss genau regeln zu können, durch die Trichterröhre des ersten Fasses unter den doppelten Boden, steigt durch die Kohle in die Höhe und auf gleiche Weise durch alle übrigen. Ist die Kohle im ersten Fass ganz unwirksam geworden, so nimmt man dieses hinweg, hebt jedes der übrigen um eine Stufe auf der Treppe höher und setzt unten ein neues vor. Das ausgenutzte wird durch den Hahn entleert, der Spiritus wieder in das Gefäß mit ungereinigtem zurückgegeben, und die Kohle in einem wohl verschlossenen Behälter aufbewahrt, bis sich eine hinreichende Menge gesammelt hat, um sie mit Wasser auszuwaschen und den verdünnten sehr fuselhaltigen Spiritus zu rectificiren. Es ist dies die einzige Weise, wie man vollkommen fuselfreien Spiritus erhält. Wird die Kohle nur mit dem fuselhaltigen Weingeist geschüttelt (man hat dazu Fässer, in denen eine Windmühlenflügel ähnliche Rührmaschine

angebracht ist, angerathen), so bedarf man viel mehr Kohle; wird die Kohle, mit dem zu rectificirenden Spiritus gemengt, in der Destillirblase erhitzt, so vermag sie nicht das Fuselöl vollständig zurückzubalten, ein Theil desselben destillirt mit über. Nicht viel besser ist es, wenn man, wie auch mitunter Gebrauch ist, zwischen der Destillirblase und dem Kühlfasse einen mit Kohlen gefüllten kupfernen Cylinder anbringt, durch den die Weingeistdämpfe bei der Rectification streichen müssen. Der Apparat, durch den die Dämpfe unten eintreten, oben entweichen, wirkt einmal dadurch, dass sich ein Theil der leichter condensirbaren Dämpfe von Fuselöl und Wasser schon durch Abkühlung condensiren und zurückfließen und zweitens, dass das noch vorhandene Fuselöl durch die Kohle angezogen wird, was jedoch nicht vollständig bei einmaliger Rectification gelingt.

Zu allen diesen Einrichtungen müssen die Kohlen frisch ausgeglüht seyn und durch Verschließen in luftdichten eisernen Gefäßen erstickt werden. Wird der Spiritus nicht mehr rectificirt, so müssen die Kohlen vor ihrer Anwendung durch Auswaschen mit Wasser von anhängender Asche befreit werden. Nach Lüdersdorf's Versuchen bedarf man, um 1 Quart (ungefähr 2 Pfund) Spiritus von 80% Tralles von Fusel zu befreien:

	Kartoffelspiritus.		Getreidespiritus.
	Loth.		Loth.
Lindenkohle .	1 $\frac{1}{4}$		2 $\frac{1}{4}$
Fichtenkohle .	1 $\frac{7}{8}$		2 $\frac{3}{4}$
Birkenkohle .	2 $\frac{1}{2}$		3 $\frac{3}{4}$
Weidenkohle .	3 $\frac{7}{8}$		5
Eichenkohle .	4 $\frac{3}{8}$		8
Knochenkohle	10		14.

Nach diesen Versuchen stellt sich das Verhältniss der Knochenkohle sehr schlecht. Man muss zugeben, dass für die Reinigung des Spiritus von Fusel kein so günstiges Verhältniss der Wirkung der Knochenkohle gegen leichte Holzkohle sich herausstellt, wie wenn man beide Kohlenarten in Betreff ihres Entfärbungsvermögens prüft; dennoch sind obige Angaben eigentlich nicht die wahren Werthe für das Entfärbungsvermögen der Kohlenarten, die man nur erhalten kann, wenn man in demselben Deplacirungsapparat Spiritus durch gleich hohe Schichten von gewogenen Mengen der verschiedenen Kohlenarten filtrirt und dann berechnet, wie viel Kohle zur Entfärbung jedes Quarts Spiritus nöthig war. Auf diese Weise habe ich gefunden, dass 1 Gewichtsthl. mit Salzsäure ausgezogener Knochenkohle ebenso viel leistet, wie 6—7 Gewichtsthl. frisch ausgeglühter Fichtenkohle; es ist übrigens sehr schwer, genaue Verhältnisse anzugeben, da man kein Mittel hat, genau eine sehr geringe Menge Fuselöl nachzuweisen. Die Trübung des fuselhaltigen Spiritus durch Silberlösung ist bei durch Kohle filtrirtem nicht wohl anzuwenden und überhaupt unzuverlässig; das Beste ist noch, ein Glas mit dem Spiritus auszuspülen und so lange ruhig bei gewöhnlicher Temperatur stehen zu lassen, bis es durch Verdampfung trocken geworden erscheint. Ist noch Fuselöl vorhanden, so verdampft dies erst viel langsamer, und gießt man einige Tropfen siedendes Wasser hinein oder erwärmt man das Glas durch Eintauchen in siedendes Wasser, so kann man den Fuselgeruch oft noch entdecken, wo er sich auf keine andere

Weise mehr nachweisen lässt. Es ist dies jedoch eine sehr subjective Probe. Verkohlte Braunkohlen hatten in meinen Versuchen eine doppelt so große Wirkung als Fichtenkohle. *V.*

Entomaderm nannte Lassaigne den früher von Odier entdeckten und Chitin genannten Stoff, welcher die Grundlage der Flügeldecken, Panzer und Haare der Insecten und Crustaceen ausmacht. Zur Darstellung desselben zieht man am besten aus den Flügeldecken der Maikäfer die in Wasser, Alkohol und Aether löslichen Theile aus und kocht sie dann mit verdünnter kaustischer Kalilauge, wodurch die Muskelreste und harzigen Stoffe vollständig entfernt werden. Es bleibt dann das Chitin als farbloser durchscheinender Rückstand übrig. Durch Kalilauge wird dasselbe selbst bei längerem Kochen nicht verändert; in concentrirter Salz- und Salpetersäure löst es sich ohne Farbenveränderung auf. Mit Wasser in hermetisch verschlossenen Röhren auf 280° erhitzt, wird es braun und brüchig, ohne sich zu lösen oder zu zersetzen. Der trockenen Destillation unterworfen, gehen Wasser, Essigsäure, essigsaures Ammoniak und endlich brenzliche Stoffe in geringer Menge über. Die rückständige Kohle behält genau die Form der Flügeldecken.

<i>Melalontha vulg.</i>		<i>Astac. fluvial.</i>
Flügel	ganze Panzer	
C 46,69	46,70	46,74
H 6,69	6,54	6,64
N 6,33	6,36	6,59

Schwefel und Phosphor sind nicht vorhanden (cf. C. Schmidt zur vergl. Physiol. der wirbellosen Thiere); (vergl. Art. Chitin). *F.*

Enzian, Enzianbitter s. *Gentiana*, *Gentianin*.

Epheuharz. Das von *Hedera Helix* kommende Harz besteht aus rothbraunen und grünlichen, durchscheinenden, spröden Stücken, von 1,294 specif. Gew. Es riecht und schmeckt schwach gewürzhaft. Nach Pelletier¹⁾ enthält es: 23,0 Harz, 7,0 Gummi, 0,3 Aepfelsäure und Salze und 69,7 feinzerteilte Holzfasern. Es verbrennt mit lebhafter Flamme und Wohlgeruch und liefert bei der trockenen Destillation anfangs saures, dann kohlen-saures Ammoniak haltendes Wasser, anfangs gelbes, dann rothes Oel. Erfordert nähere Untersuchung. *S.*

Epidermis, Oberhaut, nennt man eine aus Zellen bestehende Decke, welche Pflanzen und Thiere auf ihrer Oberfläche überzieht.

Die Epidermis der Pflanzen besteht aus den eigentlichen Epidermiszellen und einer homogenen, ihre äußere Fläche bedeckenden Membran, der Cuticula. Die ersteren verhalten sich wie Cellulose; sie werden nämlich nach vorheriger Behandlung mit Jodtinctur auf Zusatz von Schwefelsäure (3 Thle. auf 1 Thl. Wasser) blau gefärbt; von Salpetersäure, Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure werden sie nicht verändert, durch concentrirte Schwefelsäure dagegen, ohne gefärbt zu werden, gelöst.

Die Cuticula verhält sich von den Epidermiszellen verschieden: sie wird durch concentrirte Schwefelsäure nicht gelöst, von Jod und Schwe-

¹⁾ Bullet. d. Pharm. 4. 504.

felsäure nicht blau, sondern braun gefärbt, durch concentrirte Salpetersäure wird sie gelb.

Mulder analysirte die durch Schwefelsäure von der Pflanze losgeweichte Cuticula von *Agave americana*. Mit Alkohol, Aether und Wasser ausgezogen und bei 130° getrocknet hinterliefs sie 4 Proc. Asche. Mulder fand folgende procentische Zusammensetzung:

C 52,90
H 6,79
O + N 40,31.

Es ist jedoch zu bemerken, dass die Substanz nicht vollkommen rein von Epidermiszellen war, dass also das Resultat nur einen annähernden Werth hat.

Die Epidermis von Menschen und Thieren besteht aus glatten Zellen, die von concentrirter Schwefelsäure und kaustischem Alkali leicht gelöst werden, woher die Eigenschaft dieser Stoffe, in Berührung mit der Haut ein fettiges Gefühl zu erzeugen. Die alkalische Flüssigkeit lässt auf Zusatz von Essigsäure, noch ehe die Flüssigkeit sauer ist, einen geringen Niederschlag von Protein fallen; auf Zusatz eines größeren Ueberschusses entsteht eine beträchtliche Fällung (Mulder's Proteinbioxyd). Von Salpetersäure wird die Oberhaut gelb gefärbt durch Bildung von Xanthoproteinsäure. Salpetersaures Silberoxyd färbt dieselbe schwarz, theils weil sie Chlornatrium enthält, wodurch Chlorsilber gebildet wird, das sich an der Luft schwärzt, theils aber durch Bildung von Schwefelsilber aus dem Schwefelgehalt der Oberhaut.

Scherer¹⁾ fand in der Oberhaut der Fußsohle, nachdem sie mit Wasser ausgewaschen und mit Alkohol und Aether gekocht war, 1 Proc. Asche und

	I.	II.
C	50,03	50,75
H	6,80	6,76
N	17,22	17,22
O	24,93	25,26.
S		

Mulder kam zu ähnlichen Resultaten; den Kohlenstoff fand er jedoch kleiner. Die Menge des Schwefels bestimmte er zu 0,74 Proc.

F.

Epidermose, ein in verdünnter Salzsäure unlöslicher Stoff, welchen Bouchardat im Fibrin fand. Derselbe ist wahrscheinlich identisch mit dem Mulder'schen Proteinbioxyd.

F.

Epidot. Diese Mineralgattung umfasst unter der chemischen Formel: $3 RO \cdot SiO_3 + 2 (R_2O_3 \cdot SiO_3)$ drei Species. 1) Zoisit oder Kalk-Epidot; 2) Pistazit oder Eisen-Epidot; 3) Mangan-Epidot. In der erstgenannten Species tritt in dem Formelgliede RO hauptsächlich Kalkerde auf, während R_2O_3 fast gänzlich aus Thonerde besteht. Beim Pistazit ist ein bedeutender Theil von RO Eisenoxydul, und wahrscheinlich auch ein Theil von R_2O_3 Eisenoxyd. (Es fehlt noch an genaueren Analysen dieses Minerals, das bisher nur von Vauquelin und Beudant analysirt wurde.) Im Mangan-Epidot endlich wird ein Theil der Thonerde nicht blofs durch Eisenoxyd, son-

¹⁾ Ann. der Chemie und Pharm. Bd. XL, S. 54.

dern auch durch Manganoxyd ersetzt, oder es tritt auch wohl eine geringe Menge Manganoxydul in dem Gliede RO auf. Letzteres ist der Fall beim Thulit (von Souland in Tellemarken, Norwegen), dessen Bestandtheile, nach C. Gmelin's Analyse, die folgenden sind: 42,81 Kieselerde, 31,14 Thonerde, 18,73 Kalkerde, 1,64 Manganoxydul, 1,89 Natron, 0,64 Wasser. Der Epidot besitzt eine zum monoklinometrischen (2- und 1gliedrigen) Systeme gehörige Krystallform. Die Krystalle haben stets einen mehr oder weniger säulenförmigen Habitus, indem sie in der Richtung der einen Nebenaxe (Orthodiagonale) verlängert sind. Bruch: uneben und splittrig. Härte: zwischen Feldspath und Quarz. Specif. Gew.: 2,3 — 2,5. Im reinsten Zustande (als Kalk-Epidot) farblos; der Eisen-Epidot ist pistaziengrün, der Mangan-Epidot braun und der Thulit rosenroth. Glasglanz, zuweilen perlmutterartig. — Der Epidot bildet einen sehr häufig vorkommenden Gemengtheil verschiedener Urgebirgsarten, besonders des Gneuses, Granites und Syenites. Zum Theil findet er sich hier zu schönen Krystallen entwickelt, zum Theil, und dies noch häufiger, in derben, mehr oder weniger körnigen Massen: dichter Pistazit. Der Eisen-Epidot ist, gleich dem Granat, ein sehr häufiger Begleiter der Eisenerze, besonders des Magneteisensteins. Die zahlreichen und mächtigen Magneteisensteinvorkommnisse Norwegens und Schwedens sind fast überall von diesen beiden Mineralien begleitet. In der Nähe von Arendal finden sich derber Granat und derber Pistazit in solcher Häufigkeit dem, die dortigen Magneteisenstein-Massen umgebenden Gneuse beigemengt, dass letzterer an einigen Stellen ganz durch sie verdrängt, man könnte sagen: ersetzt wird; indem nämlich beide Mineralien abwechselnde Schichten bilden, die dasselbe Streichen und Fallen haben, wie der Gneus dieser Gegend. Das häufige, ja fast stete Zusammenvorkommen des Epidotes und Granates lässt sich leicht aus der chemischen Constitution dieser Mineralien erklären. Die Formel für den Granat ist $3 RO \cdot SiO_3 + R_2O_3 \cdot SiO_3$, also blofs darin von der des Epidotes verschieden, dass in derselben nur 1 Atom der Verbindung $R_2O_3 \cdot SiO_3$ vorkommt, während im Epidot 2 At. dieser Verbindung enthalten sind. Ueberall wo bei dem Bildungsprocesse des Urgebirges Eisenoxyd-Oxydul mit Kieselerde, Thonerde und Kalk in Berührung kam, musste sich Epidot (besonders Pistazit) und Granat bilden: Epidot, wo die 2- und 3atomigen Basen (R_2O_3) in überwiegender Menge vorhanden waren, Granat, wo ein Mangel dieser Basen im Verhältniss zu den 1- und 1atomigen (RO) stattfand.

Th. S.

Epigenie s. Afterkrystalle.

Epistilbit. Ein zu den Zeolithen gehöriges, in seiner Zusammensetzung dem Stilbite sehr nahe stehendes Mineral, dessen Bestandtheile, nach G. Rose's Analyse, folgende sind: 58,59 Kieselerde, 17,52 Thonerde, 7,56 Kalkerde, 1,78 Natron, 14,48 Wasser. Die hieraus abgeleitete Formel ist $CaO, NaO \cdot SiO_3 + 3(Al_2O_3 \cdot SiO_3) + 5H_2O$. Die Krystallform des Epistilbits ist eine rhombische Säule, mit abgestumpften scharfen Seitenkanten. Bruch: uneben. Härte: zwischen Apatit und Flussspath. Spec. Gew. 2,2. Farbe: weifs. Glasglanz, auf den Spaltungsflächen Perlmutterglanz. Löst sich in Salzsäure ohne zu gelatiniren. Fundort: Island und Faröer, im Mandelsteine; auch im Dolerite, Irland.

Th. S.

Eprouvette. Probe. Zunächst nennt man Eprouvette ein cylindrisches, graduirtes Glasgefäß, das zum Abmessen von Probenflüssigkeiten und der Gase dient. (Maafskännchen, Gasmessungsröhre s. Bd. 1. S. 194 u. Taf. 1. Fig. 18.) Ueber die bei deren Anfertigung erforderliche Vorsicht s. Graduiren. Je nach verschiedenen technischen Zwecken kann jedoch Eprouvette die verschiedensten Dinge bedeuten, z. B. Aichkette, Aichstab, Probelöffel, Probestange, beim Einlegen und Anlassen des Stahles u. s. w. s.

Epsomer Salz, syn. mit Bittersalz, s. schwefelsaure Talkerde.

Equisetsäure, Aconitsäure. Bestandtheil des Schachtelhalmes (*Equisetum*) und der verschiedenen Arten der Gattung *Aconitum*; Zersetzungsproduct der Citronsäure durch Wärme. Isomer mit Fumarsäure und Malein- oder Mafursäure. Formel der krystallinischen Säure: $C_4H_2O_3 + H_2O$. Zeichen: Ep oder Aen.

Zusammensetzung der wasserfreien Säure:

4 At. Kohlenstoff	300,48	. . . . .	49,02
2 At. Wasserstoff	12,48	. . . . .	2,04
3 At. Sauerstoff	300,00	. . . . .	48,94

1 At. wasserfreie Equisetsäure 612,96 100,00

Zusammensetzung der wasserhaltigen Säure:

1 At. Equisetsäure	612,96	. . . . .	84,49
1 At. Wasser	112,48	. . . . .	15,51

1 At. wasserhaltige Equisetsäure . 725,44 100,00

Diese Säure wurde als Bestandtheil der Gattung *Aconitum* von Peschier entdeckt, und später von Bennerscheidt und Buchner d. J. genauer untersucht. Braconnot entdeckte eine ähnliche Säure in verschiedenen Equisetum-Arten. Regnault untersuchte dieselbe näher, und erklärte sie für identisch mit der Maleinsäure; aus seinen Angaben folgt jedoch mit größter Wahrscheinlichkeit, dass sie vielmehr mit der im Aconitum enthaltenen Säure identisch ist. Baup fand, dass aus der Citronsäure durch Erhitzen eine eigenthümliche nicht flüchtige Säure gebildet wird, die er Citridicsäure nannte (s. S. 313), von welcher aber Berzelius und Dahlström, und nach ihnen Crasso, zeigten, dass sie ebenfalls Aconitsäure ist. Berzelius machte ferner die Beobachtung, dass dieselbe Säure auch erhalten wird, wenn man ein entwässertes neutrales citronsaures Salz durch Salzsäure bei Ausschluss von Wasser zersetzt. Diese Bildungsweise ist bereits S. 318 angeführt. In Bezug auf dieselbe nimmt Berzelius indess an, dass die Equisetsäure bereits in dem entwässerten citronsauren Salz enthalten ist und nicht erst bei der Zersetzung desselben entsteht, indem er die Citronsäure als einbasische Säure $= C_4H_4O_4$, und das wasserfreie neutrale citronsaure Salz $(C_{12}H_{10}O_{11}, 3MO$ nach J. L.) als eine Doppelverbindung von 1 At. equisetsaurem und 2 At. citronsaurem Salz betrachtet, welche bei Gegenwart von Wasser wieder die Elemente von 1 At. desselben aufnimmt, so dass wieder 3 At. citronsaures Salz entstehen.

In den Equisetum-Arten, namentlich dem *E. fluviatile*, welches Braconnot vorzugsweise untersuchte, ist die Equisetsäure mit Talk-

erde und Kalkerde, theilweise auch mit Alkali verbunden. Um sie daraus darzustellen, wird der ausgepresste Saft der frischen Pflanze durch Aufkochen und Filtriren vom Eiweiß befreit, und dann mit essigsau-rem Baryt vermischt, wodurch Schwefelsäure und Phosphorsäure, die in dem Saft enthalten sind, abgeschieden werden, während der equiset-saure Baryt in der freien Säure desselben gelöst bleibt. Die filtrirte Flüssigkeit wird hierauf mit Alkali neutralisirt, und mit essigsau-rem Bleioxyd vermischt, so lange dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Dieser Niederschlag ist unreines equisetsaures Bleioxyd. Er wird aus-gewaschen, in Wasser suspendirt und durch Schwefelwasserstoff zer-setzt. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit verdampft man zur Trockne, und behandelt den Rückstand mit Aether; dieser löst die Equisetsäure auf, mit Zurücklassung von etwas equisetsaurer und phos-phorsaurer Kalkerde, die mit dem Bleisalz gefällt, und von der freien Säure aufgelöst wurden. Die Aether-Lösung giebt durch Verdunsten eine gefärbte Equisetsäure. Man behandelt sie mit thierischer Kohle, oder löst sie in Wasser auf, und mischt salpetersaures Bleioxyd hinzu, wodurch der größte Theil der färbenden Materie gefällt wird. Nach dem Filtriren wird dann durch essigsaueres Bleioxyd die Equisetsäure als unlösliches Bleisalz gefällt, aus welchem durch Zersetzung mit Schwefelsäure oder Schwefelwasserstoff die reine Säure dargestellt wird.

In dem Saft von *Aconitum Napellus* und wahrscheinlich auch der anderen Arten dieser Gattung ist die Equisetsäure in beträchtlicher Menge enthalten, größtentheils gebunden an Kalkerde. Um sie daraus darzustellen, presst man die frischen Blätter und Stengel aus, befreit den Saft durch Erhitzen und Filtriren vom Chlorophyll und Pflanzen-eiweiß, und dampft ihn bis zur Honigconsistenz ab, worauf man ihn an einem kühlen Ort einige Zeit stehen lässt. Die equisetsaure Kalk-erde scheidet sich dann allmählig als eine körnig-krySTALLINISCHE rinden-förmige Masse aus. Wenn ihre Menge nicht mehr zunimmt, wird die Flüssigkeit abgegossen, und das Salz durch Waschen mit Wasser, worin es sich, einmal abgeschieden, nur wenig auflöst, und dann mit Weingeist vom anhängenden Extract gereinigt. Man löst es dann in Wasser auf, welches etwas Salpetersäure enthält, und fällt die Equiset-säure aus dieser Lösung durch essigsaueres Bleioxyd. Aus dem Blei-salz wird die Säure durch Schwefelwasserstoff abgeschieden, und dann durch Behandlung mit Aether auf angegebene Art gereinigt.

Die Bildung der Equisetsäure durch Erhitzen der Citronsäure ist bereits S. 316 beschrieben. Um sie aus der Citronsäure darzustellen, er-hitzt man dieselbe nach Crasso in einer Retorte über der Spiritusflamme rasch bis zum Schmelzen und Kochen. Im Anfange entweicht dabei Wasser, später Aceton in Begleitung von Kohlenoxydgas und Kohlensäure; bei fernerm Erhitzen erscheinen im Retortenhalse ölige Streifen von Itaconsäure. Sobald diese sich zu zeigen beginnen, wird die Destillation unterbrochen; der gelblich gefärbte Rückstand besteht dann aus Equiset-säure, gemengt mit mehr oder weniger unveränderter Citronsäure. Bei fernerm Erhitzen nimmt er eine dunkelbraune Farbe, und einen bitteren Geschmack an, indem die Equisetsäure selbst zersetzt wird. Um letztere von der Citronsäure zu trennen, kann man den Rückstand mit Aether behandeln, worin die Equisetsäure sich leicht auflöst, während die Citron-säure in Aether sehr schwer löslich ist. Eine vollständigere Trennung

bewirkt man nach *Crasso*, indem man das Gemisch der beiden Säuren in wasserfreiem Alkohol auflöst, und die Flüssigkeit mit trockenem Salzsäuregas sättigt. Die Citronensäure erleidet dadurch keine Veränderung¹⁾, die Equisetsäure verwandelt sich dagegen in Equisetsäure-Aether, welcher durch Zusatz von Wasser als eine schwere ölartige Flüssigkeit ausgeschieden wird. Durch Kochen desselben mit weingeistiger Alkalilösung erhält man equisetsaures Alkali, aus welchem durch Fällung mit Bleizucker und Zersetzung des Bleisalzes durch Schwefelwasserstoff die Equisetsäure dargestellt wird.

Bei der Darstellung der Equisetsäure durch Erhitzen der Citronensäure werden wenigstens $\frac{2}{3}$ der letzteren in flüchtige Producte verwandelt und gehen gänzlich verloren. Es kann daher vortheilhafter erscheinen, das oben und S. 318 angeführte Verhalten der entwässerten citronsauren Salze zur Darstellung der Equisetsäure zu benutzen. Nach *Berzelius* nimmt man dazu das citronsaure Silberoxyd, welches schon bei einer Temperatur von 20 bis 25° wasserfrei wird und die Zusammensetzung $C_{12}H_{10}N_{11}3AgO$ annimmt (vgl. S. 322). Man suspendirt dasselbe in wasserfreiem Alkohol und leitet trockenes Salzsäuregas hinein, von welchem man etwas weniger anwendet, als zur vollständigen Zersetzung des Salzes erforderlich ist. Die von dem Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit enthält Citronensäure und Equisetsäure aufgelöst. Der Alkohol wird davon abdestillirt, die rückständige Säure in etwas Wasser aufgelöst und mit Natron neutralisirt, worauf man den größten Theil des citronsauren Natrons durch Krystallisation abscheiden kann, indem das leicht lösliche equisetsaure Natron in der Mutterlauge bleibt. Letztere vermischt man hierauf mit dem mehrfachen Volum starken Alkohols; das equisetsaure Natron bleibt darin aufgelöst, das noch aufgelöste citronsaure Natron wird dagegen als krystallinisches Pulver ausgeschieden. Aus dem equisetsauren Natron wird durch Fällung mit Bleizucker u. s. w. die Säure dargestellt. Das wieder gewonnene citronsaure Natron kann abermals zur Darstellung von Silbersalz, und dieses wieder zur Darstellung von Equisetsäure benutzt werden. Aus dem bei 190° entwässerten citronsauren Natron lässt sich nach *Berzelius* durch Behandlung mit Weingeist von 0,83 spec. Gew. nur eine geringe Menge equisetsaures Natron ausziehen, indem dasselbe durch den Wassergehalt des Weingeistes größtentheils wieder in citronsaures Salz übergeht. Wasserfreier Alkohol ist nicht anwendbar, weil darin das equisetsaure Natron fast unlöslich ist.

Die Equisetsäure bildet nicht leicht größere ausgebildete Krystalle. Durch Verdampfen ihrer Auflösung, sowohl in Wasser, wie in Aether, erhält man sie gewöhnlich in Gestalt krystallinischer Körner oder warzenähnlicher Gebilde, welche an den Wänden des Gefäßes effloresciren. Nach *Baup* krystallisirt sie aus der wässerigen Lösung in vierseitigen Blättchen. Sie ist farb- und geruchlos, und besitzt einen stark und rein sauren Geschmack. In Wasser ist sie sehr leicht auflöslich; sie wird, wie angeführt, auch von Aether und von Alkohol aufgelöst. Sie ist nicht flüchtig. Bei 140° schmilzt sie, aber schon bei 130° fängt sie an sich zu färben; bei 160° geräth die geschmolzene Säure in lebhaftes Sieden und wird vollständig zersetzt. Als flüchtige Producte entstehen dabei nach *Crasso* Kohlensäure und Itaconsäure, welche letztere zum Theil in Was-

¹⁾ Nach *Heidt* entsteht jedoch unter diesen Umständen auch Citronensäure-Aether; bei nicht zu großem Wasserzusatz bleibt derselbe aber vielleicht aufgelöst.

ser und Citraconsäure zerfällt (vgl. S. 317). In stärkerer Hitze entweichen zugleich brenzliche Oele, und als Rückstand bleibt eine braune zähe Masse von sehr bitterem Geschmack, die immer dunkler wird und zuletzt sich verkohlt.

Die vorstehenden Angaben beziehen sich zunächst auf die aus Aconitum oder durch Zersetzung der Citronsäure dargestellte Säure. Die aus Equisetum gewonnene Säure hat nach der Beschreibung von Regnault dieselben Eigenschaften, nur soll sie in feinen büschelförmig vereinigten Prismen krystallisiren und bei nicht zu starker Erhitzung ohne Zersetzung sich verflüchtigen.

Schn.

Equisetsaure Salze. Die Equisetsäure gehört zu den stärkeren Säuren; sie zersetzt mit Leichtigkeit die kohlen-sauren Salze. Sie bildet sowohl neutrale wie saure Salze, die auf 1 At. Basis 2 At. Säure enthalten. Die Auflösung ihrer Salze giebt mit essigsaurem Bleioxyd und salpetersaurem Silberoxyd weisse flockige Niederschläge, die bei längerer Berührung oder beim Kochen mit der Flüssigkeit nicht krystallinisch werden. Chlorbaryum bewirkt darin, wenn die Flüssigkeit nicht sauer und nicht zu verdünnt ist, einen aufgequollenen gallertartigen Niederschlag; Eisenchlorid bringt eine braunrothe, salpetersaures Quecksilberoxydul eine weisse körnige Fällung hervor. Kalk-, Talkerde- und Zinkoxydsalze bewirken keinen Niederschlag. Die equisetsauren Salze wurden vorzüglich von Buchner d. J. untersucht.

Equisetsaures Aethyloxyd, Equisetsäure-Aether ($C_3H_5O_3 + C_4H_{10}O$) entsteht, indem man die Equisetsäure in wasserfreiem Alkohol auflöst, und die Lösung mit Salzsäure-Gas sättigt. Durch Vermischen dieser Flüssigkeit mit Wasser wird er als ölartiges Liquidum abgeschieden. Er ist farblos, von bitterem Geschmack, und calmusähnlichem Geruch. Spec. Gew. = 1,074. Bei 236° geräth er in's Sieden, destillirt aber dabei nur zum Theil unverändert über, und zersetzt sich größtentheils (Crasso). Nach Marchand erhält man auch Equisetsäure-Aether, wenn man ein Gemisch von 2 Thln. Citronsäure, 3 Thln. Weingeist, und 1 Thl. Schwefelsäure anhaltend (mehrere Stunden lang) kocht, indem man die abdestillirende Flüssigkeit immer wieder zurückgießt. Aus der Auflösung wird dann durch Vermischen mit Wasser Equisetsäure-Aether abgeschieden ¹⁾.

Equisetsaures Ammoniak, neutrales, trocknet im luftleeren Raume über Chlorcalcium zu einer gummiähnlichen Masse ein. Durch Verbindung mit mehr Säure entsteht ein saures Salz, welches in kleinen warzenähnlich zusammengewachsenen Prismen krystallisirt, und einen angenehm säuerlichen Geschmack besitzt.

Equisetsaurer Baryt, Eq. BO, entsteht durch Wechselzersetzung oder durch Vermischen der Equisetsäure-Lösung mit Barytwasser als aufgequollener gallertartiger Niederschlag, welcher von Wasser nur unbedeutend aufgelöst und durch Waschen mit demselben nicht zersetzt wird. In freier Equisetsäure ist er leicht auflöslich. Beim Stehen oder Kochen mit der Flüssigkeit wird er durchaus nicht krystallinisch; nach dem Trocknen ist er dem Thonerdehydrat ähnlich. Er enthält 2 At. Wasser, die bei 110° entweichen. Das wasserfreie Salz lässt sich ohne Zersetzung bis 200° erhitzen (Buchner). Nach Regnault verwandelt

¹⁾ Erdm., Journ., XX. 319.

sich der gallertähnliche Niederschlag beim Trocknen in glänzende Blättchen, löst sich bei 20° in seinem neunfachen Gewicht Wasser, und enthält nur 1 At. Wasser.

Equisetsaures Bleioxyd, $\overline{E}q, PbO$, bildet beim Vermischen der Equisetsäure-Lösung mit essigsaurem Bleioxyd einen weissen flockigen Niederschlag, welcher beim Erhitzen mit der Flüssigkeit dichter wird, ohne seine amorphe Beschaffenheit zu verlieren. In Wasser ist er unbedeutend auflöslich. Er enthält 1 At. Wasser, welches bei 140° entweicht (Buchner).

Equisetsaures Kali, amorphe gummiähnliche Masse. Das saure Salz ist nach Baup krystallisirbar.

Equisetsaure Kalkerde, entsteht in aufgelöster Form, wenn man eine Lösung von Chlorcalcium mit equisetsaurem Alkali vermischt, oder indem man Equisetsäure-Lösung mit kohlenaurer Kalkerde sättigt. Beim Verdunsten der Flüssigkeit krystallisirt das Salz in farblosen durchsichtigen Prismen, die, einmal abgeschieden, weit mehr Wasser als zuvor zur Auflösung erfordern (Buchner).

Equisetsaures Kupferoxyd. Durch Sättigen der Säure mit kohlensaurem Kupferoxyd und Abdampfen der grünen Lösung in gelinder Wärme erhält man es nach Buchner als eine blaugrüne krystallinische Salzkruste, die von Wasser nur schwer wieder aufgelöst wird. Beim Kochen der Flüssigkeit mit überschüssigem Kupferoxyd wird dieses zum Theil zu Oxydul reducirt.

Equisetsaures Natron bildet beim Verdunsten eine unvollkommen krystallinische Masse, leicht löslich in Wasser und Weingeist. Nach Baup existirt auch ein saures Natronsalz.

Equisetsaures Quecksilberoxyd. Durch Vermischen von equisetsaurem Alkali mit Quecksilberchlorid entsteht nur ein geringer oder gar kein Niederschlag. Behandelt man aber Quecksilberoxyd mit aufgelöster Equisetsäure in gelinder Wärme, so verwandelt es sich in ein weisses Pulver, welches das equisetsaure Quecksilberoxyd ist. Durch Erhitzen mit der Flüssigkeit färbt sich dasselbe grau; das equisetsaure Quecksilberoxydul entsteht durch doppelte Zersetzung als weisser feinkörniger Niederschlag (Buchner).

Equisetsaures Silberoxyd, $\overline{E}q, AgO$, bildet sich durch Wechszersetzung als weisser Niederschlag, welcher durchans amorph ist und auch später nicht krystallinisch wird. Es enthält kein Wasser, schwärzt sich am Licht, und wird beim Erhitzen bis über 150° mit schwacher Verpuffung zersetzt. In Wasser ist es fast unlöslich, wird aber beim Erhitzen mit demselben zersetzt, indem Silber reducirt, und ein anderes in Wasser schwer lösliches Silbersalz gebildet wird, dessen Säure durch Schwefelwasserstoff abgeschieden werden kann (Buchner). Die Angaben von Regnault stimmen hiermit überein.

Equisetsaure Talkerde und equisetsaures Zinkoxyd sind beide leicht löslich in Wasser. Schn.

Equisetum, Schachtelhalm. Die verschiedenen Arten dieser Gattung sind merkwürdig durch ihren grofsen Gehalt an unorganischen Bestandtheilen, namentlich an Kieselsäure. Letztere wird, wie es scheint, zum Theil an der Aussenfläche des Stengels abgesondert, wo sie erhärtet und auf den erhabenen Reifen desselben zahlreiche kleine Concretionen bildet. Der trockene Schachtelhalm, vorzüglich *E. hyemale*, besitzt dadurch

die Eigenschaft, beim Reiben an anderen nicht zu harten Körpern die Oberfläche derselben abzuschaben und zu glätten, und wird deshalb häufig zum Poliren von Holz, Elfenbein, Horn u. s. w. angewendet. Beim Einäschern des Schachtelhalms bleiben die unorganischen Bestandtheile in der unveränderten Form der Pflanze und mit Beibehaltung der Zellstructur zurück. Ihre Menge beträgt nach Braconnot in 100 Thln. der trockenen Pflanze bei *E. fluviatile Willd.* 23,61 Thle., bei *E. hyemale* 11,81 Thle., bei *E. arvense* 13,84 Thle. und bei *E. limosum* 15,5 Thle. und sie bestehen nach ihm aus

	Asche von			
	<i>E. fluviat.</i>	<i>E. hyem.</i>	<i>E. arvens.</i>	<i>E. limos.</i>
Kali, zum Theil mit Kiesels. verbunden	0,00	0,72	0,30	Spur
Schwefels. Kali	2,83	0,33	0,37	2,20
Chlorkalium	2,72	0,28	0,22	1,20
Kohlens. Kalk	1,46	0,93	5,51	1,50
Phosphors. Kalk (eisenhaltig)	0,55	0,80	unbest.	unbest.
Schwefels. Kalk	3,39	0,00	0,00	3,30
Bittererde	0,66	0,00	0,46	0,30
Kieselsäure.	12,00	8,75	6,38	6,50
	23,61	11,81	13,84	15,50.

Die Equisetum-Arten sind im Uebrigen in chemischer Hinsicht wenig bekannt. *E. arvense* und *E. hyemale*, vorzüglich aber *E. palustre* sollen dem Vieh, namentlich den Kühen, sehr schädlich seyn, *E. fluviatile* dagegen ein nahrhaftes unschädliches Futter bilden. Das *E. fluviatile Willd.* enthält im frischen Zustande nach Braconnot 81 Proc. Wasser, 1,11 Proc. equisetsaure Talkerde, geringe Mengen von equisetsaurem Kalk und Kali, und neben anderen nicht weiter bemerkenswerthen oder nicht gehörig isolirten Stoffen eine gallertartige Säure (Pektinsäure?), und geringe Mengen von Essigsäure und Oxalsäure. Wiggers fand die Equisetsäure auch im *E. arvense* und *E. hyemale*.
Schn.

Erbium, Erbin. — Metallisches Radical der Erbinerde. — Zeichen: Er. Atomgewicht: unbekannt.

Die Erbinerde wurde 1843 von Mosander in der Yttererde aufgefunden und erhielt von ihm den Namen, abgeleitet von Ytterby, dem Fundorte des Gadolinit, in welchem sie mit Yttererde, Terbinerde etc. enthalten ist. Sie hat die schwächsten basischen Eigenschaften von den drei Erden, welche früher gemeinschaftlich unter dem Namen Yttererde zusammengefasst wurden, aber es ist bis jetzt keine Methode bekannt, um sie vollkommen von einander zu scheiden. Man trennt sie bis jetzt nur durch fractionirte Fällungen mit kaustischem Ammoniak aus der salpetersauren, oder mit zweifach-oxalsaurem Kali aus der schwefelsauren Lösung, wobei zuerst die Erbinerde, dann die Terbinerde und zuletzt die Yttererde niederfallen. Die Yttererde ist die stärkste der drei Basen und man kann sie von den beiden andern trennen, indem man die gemengten oxalsauren Salze mit einem Gemisch von 1 Thl. Schwefelsäure und 49 Thln. Wasser schüttelt, wobei zuerst die Yttererde aufgelöst wird. (Die ausführliche Beschreibung dieser Trennungsmethode s. b. Yttererde.) Die Erbinerde, welche durch Glühen des durch Ammoniak gefällten basalpetersauren Salzes oder des durch Kali gefällten Hydrats erhalten ist, hat eine dunkelgelbe Farbe, während sie beim Glühen des oxalsauren oder

neutralen salpetersauren Salzes heller gefärbt zurückbleibt, was von einer feineren Zertheilung herrührt. Beim Glühen der Erbinerde in Wasserstoffgas entsteht etwas Wasser, sie wird dadurch farblos und erhält beim gelinden Glühen die frühere Farbe wieder, wobei sie nur sehr wenig an Gewicht zunimmt. Die Lösungen in Säuren sind ungefärbt und von Chlorwasserstoffsäure wird sie ohne deutliche Chlorentwicklung gelöst. Das schwefelsaure Salz hat einen süßen Geschmack, es krystallisirt ähnlich wie das Salz der Terbinerde, unterscheidet sich aber von diesem, indem es bei $+ 80^{\circ}$ selbst nach einiger Zeit nicht fatisirt. Die Lösung des salpetersauren Salzes färbt sich nicht beim Concentriren, wie das der Terbinerde, und das strahlige Salz, welches häufig farblos erhalten wird, bisweilen aber auch einen Stich in's Rothe hat, zerfließt nicht, wodurch es ebenfalls von der salpetersauren Terbinerde zu unterscheiden ist.

Str.

Erbsen, die Samen von *Pisum sativum*, bestehen nach Braconnot in 100 Thln. aus:

Samenhüllen	8,26	Unkrystallin. Zucker	2,00
Amylum	42,58	Grünes Fett, Chlorophyll	1,20
Legumin	18,40	Markiges Skelett	1,06
Wasser	12,50	Kohlensaurer Kalk?	0,07
Animalische, in Wasser lösliche, in Alkohol unlösl. Substanz	8,00	Phosphors. Kalk, — Kali, organische, zum Th. an Kali gebund.	
Pektin, amyllumhaltig	4,00	Säure, riechende Substanz und Verlust	1,93

Außerdem fand er noch eine unbestimmte Menge einer in Alkohol und Wasser löslichen bitteren Substanz. Die 8,26 Proc. Samenhüllen bestehen aus 5,36 Faser, 1,73 Pektin und 1,17 in Wasser löslicher Substanz, Amylum und Spuren von Legumin. — Die getrockneten Erbsen enthalten nach Boussingault 4,08 Proc. Stickstoff. — Uebergießt man sie mit Wasser, so gerathen sie in Gährung und es bildet sich nach Erdmann und Marchand anfangs reine Kohlensäure, dann Kohlensäure mit sehr veränderlichen Mengen von Wasserstoff und Spuren von Schwefelwasserstoff; nach beendeter Gährung enthält die Flüssigkeit Buttersäure. Beim Verbrennen erhielten Bichon 3,0 — Rammelsberg 3,28 und Erdmann 3,34 Proc. Asche, bestehend aus:

	nach Fres. u. Will ¹⁾	Bichon.	Thon.	Boussingault.	Rammelsberg.	Erdmann ²⁾
Kali	39,51	34,19	35,20	36,31	43,09	40,70
Natron	3,98	12,76	10,32	2,56	"	"
Kalk	5,91	2,46	2,70	10,39	4,77	2,21
Talkerde	6,43	8,60	6,91	12,24	"	7,03
Eisenoxyd	1,05	0,96	1,94	"	8,06	phosphors. 1,47
Phosphorsäure	34,50	37,57	34,01	31,00	40,56	44,42
Schwefelsäure	4,91	3,56	4,28	4,84	0,44	4,17
Chlor	"	0,31	"	1,13	1,91	"
Chlornatrium	3,71	"	2,56	"	"	"
Kieselerde	"	0,25	0,29	1,54	0,33	"
Kohlensäure	"	"	"	"	0,79	"

¹⁾ Annal. der Chem. u. Pharm. L. 401.

²⁾ Journ. f. pr. Chem. XLI. 85 u. 90.

Nach Fresenius und Will sind die phosphorsauren Salze als 2- und 3-basische vorhanden. Nach einer älteren Analyse von C. Sprengel enthält die Asche der Erbsen 0,81 Proc. Thonerde.

Str.

Erbsenstroh, das getrocknete Kraut von *Pisum sativum*, besteht nach C. Sprengel in 100 Thln. aus:

In Wasser lösl. Subst.	46,60	Wachs und Harz	1,54
In verdünnt. Kalilauge lösl.		Faser	28,62
Substanz	23,24		

Boussingault fand den Stickstoffgehalt zu 1,95 Proc. Beim Verbrennen des Strohes erhielten Hertwig 5,047—Rammelsberg 4,15 und Erdmann 8,28 Proc. Asche; sie bestand aus:

		nach Hertwig ¹⁾		
in Wasser lösl. Thln.	{	Kohlens. Kali	4,16	} 4,34
		Kohlens. Natron	8,27	
		Schwefels. Kali	10,75		11,99
in Wasser unlösl. Thln.	{	Chlornatrium	4,63	3,72
		Kohlens. Kalk	47,81	49,73
		Bittererde	4,05	1,38
		Phosphors. Kalk	5,15	1,15
		Phosphors. Bittererde	4,37	7,82
		Bas. phosphors. Eisenoxyd	0,90	} 3,64
		Bas. phosphors. Thonerde	1,20	
		Kieselerde	7,81	15,54

nach Rammelsberg.

nach Erdmann²⁾

Kali	8,20	Kali	33,30
Natron	12,50	Natrium	1,50
Kalkerde	30,53	Kalk	19,20
Talkerde	} 6,93	Talkerde	3,90
Eisenoxyd		Phosphors. Eisenoxyd	1,40
Phosphorsäure	9,21	Phosphorsäure	6,90
Schwefelsäure	7,01	Schwefelsäure	6,60
Kohlensäure	17,36	Kohlensäure	5,20
Salzsäure	7,15	Chlor	13,46
Kieselsäure	0,62	Kieselerde	7,60
		Sand	3,80

Str.

Erde, gelbe. Ein durch gelbes Eisenoxydhydrat oder basisch schwefelsaures Eisenoxyd ochergelb gefärbter, mit mancherlei Substanzen vermengter Thon, welcher auf Lagern im jüngeren Flötzgebirge vorkommt, und im geschlämmten Zustande als Anstreichfarbe benutzt wird.

Schn.

Erde, japanische, *Terra japonica*, eine früher gebräuchliche Benennung für Catechu (s. S. 102).

Schn.

Erden nennt man eine Gruppe von basischen Oxyden, die früher, gleich den Alkalien, für einfache Stoffe gehalten wurden. Man pflegt sie einzutheilen in alkalische und in eigentliche Erden. Die alkalischen Erden, die auch ebenso gut zu den Alkalien gerechnet wer-

¹⁾ Annal. der Chem. und Pharm. XLVI. 116.

²⁾ Journ. f. pr. Chem. XLI. 85. u. 91.

den können, sind: die Baryterde, Strontianerde, Kalkerde und Talkerde (Barium-, Strontium-, Calcium- und Magnesiumoxyd). Die eigentlichen Erden sind: die Thonerde, Beryllerde, Thorerde, Yttererde und Zirkonerde (Aluminium-, Beryllium-, Thorium-, Yttrium- und Zirkoniumoxyd). Vielleicht können auch die als Beimengungen der Yttererde von Mosander entdeckten Oxyde, das Erbium- und Terbiumoxyd, sowie das Cer-, Didym-, und namentlich das Lanthanoxyd, welches in seinen Eigenschaften den alkalischen Erden ähnlich ist, hierher gerechnet werden, obschon diese Oxyde durch ihre Farbe zum Theil von den Erden abweichen. Früher zählte man auch die Kieselsäure zu den Erden.

Die Trennung der Erden oder der Erdmetalle von den übrigen Metallen ist keinesweges wesentlich und scharf in der Natur begründet; da sie indessen manche Vortheile gewährt, so wird diese Classification fast allgemein beibehalten.

Die alkalischen Erden haben im Allgemeinen die Eigenschaften der Alkalien (siehe den Art. Thl. I, p. 193). Die Talkerde macht den Uebergang zu den eigentlichen Erden. Diese sind in Wasser ganz unlöslich und ohne alkalische Reaction. Sie sind farblos, sehr schwer schmelzbar und können weder durch Wasserstoff, noch durch Kohle reducirt werden. In ihren Affinitäten stehen sie den Alkalien nach und werden aus ihren Salzen von diesen in Form gelatinöser Niederschläge ausgeschieden. (S. ferner Erdmetalle.)

Schn.

Erdharz s. Retinit.

Erdkobalt. Ein natürlich vorkommendes Gemenge von Kobaltoxyd (auch wohl Kobaltoxydul) mit verschiedenen Erdarten und anderen Oxyden, zuweilen auch mit metallischem oder oxydirtem Arsenik, stets aber mit größerem oder geringerem Wassergehalte. Man unterscheidet schwarzen, braunen oder gelben Erdkobalt, durch welche Eintheilung man jedoch kaum das chemisch Gleichartige zusammengebracht hat. Ein schwarzer Erdkobalt von Bengersdorf in der Oberlausitz besteht, nach Klaproth, aus: 19,4 Kobalt- und Manganoxyd, 16,0 Manganoxyd, 0,2 Kupferoxyd, 24,8 Kieselerde, 20,4 Thonerde, 17,0 Wasser. Ein anderer schwarzer Erdkobalt von Saalfeld enthält, nach Döbereiner's Analyse: 32,05 Kobaltoxydul, 31,21 Manganoxydul, 6,78 Sauerstoff (beim Erhitzen des Minerals entweichend) und 22,90 Wasser. Berzelius hat diesem Minerale vorschlagsweise die Formel $\text{Co}_2\text{O}_3 \cdot \text{Mn}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ gegeben. Rammelsberg hat darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn in dieser Formel 6 Atome Wasser anstatt 3 gesetzt werden, sie eine ungleich genauere Uebereinstimmung mit der Zusammensetzung des Minerals erhält. Unter dieser Voraussetzung sollte nämlich der schwarze Erdkobalt aus 38,39 Kobaltoxyd, 36,66 Manganoxyd und 24,95 Wasser bestehen. — Der Erdkobalt bildet theils derbe, erdige Massen, theils traubige, röhren- oder nierenförmige Concretionen. Sowohl seine chemische Constitution, wie die Verhältnisse seines Vorkommens lassen mit Grund vermuthen, dass derselbe durch Verwitterung anderer Kobalterze, besonders des Speiskobaltes, entstanden sey. Er findet sich an verschiedenen Orten Deutschlands (in Baden, Württemberg, Thüringen, Hessen, Böhmen, Tyrol, Steyermark), und zwar in solcher Menge, dass einige Blaufarbenwerke sich fast ausschließlich der Erdkobalte zur Smaltfabrication

bedienen. In der Regel pflegt der Erdkobalt nicht so reich an Kobalt zu seyn, dass er zum Schmelzen der hohen (meist kobaltreichen und am intensivsten blau gefärbten) Smaltesorten verwendet werden kann, dagegen ist er aber fast stets frei von Nickel, wodurch er einen Vorzug vor manchen anderen Kobalterzen erhält.

Th. S.

Erdkohle s. Braunkohle.

Erdmandeln. Die Wurzelknollen von *Cyperus esculentus*, die ungefähr die Größe und den Geschmack der Haselnüsse besitzen. Sie sind von Lesant und von Semmola untersucht worden. Nach Letzterem enthalten 100 Theile derselben:

Fettes Oel	4,8
Pflanzeneiweiß	1,5
Stärke	22,4
Inulin	4,3
Gummi	17,8
Zucker	12,5
Farbstoff	1,4
Salze von Kali, Kalkerde, Talkerde nebst Kieselerde	5,5
Pflanzenfaser	21,0
Wasser und Verlust	8,8

100,0.

Nach Lesant erhält man ungefähr 16 Procent Oel aus dieser Wurzel und durch Stampfen der ausgepressten Wurzel mit Wasser etwa $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes Stärke. Derselbe fand außerdem darin eine nicht unbedeutende Menge Zucker, Pflanzeneiweiß, Gummi nebst äpfelsauren, phosphorsauren und essigsaurigen Salzen von Kalk und Kali, Faserstoff, und endlich enthalten die Erdmandeln auch etwas Gerbsäure und Gallussäure, die von wasserfreiem Alkohol aus den trockenen, zerstoßenen Knollen ausgezogen werden. Das Oel der Erdmandeln hat eine gelbe Farbe und ein spec. Gewicht von 0,918 und ist in Alkohol nur wenig, in Aether aber leichter löslich. Es hat einen nicht unangenehmen aromatischen, camphorartigen Geschmack, brennt besser als Baumöl und ist leicht verseifbar, wobei es mehr ölsaures Salz und weniger margarinsaures giebt als Baumöl. Die Erdmandeln sind bis jetzt die einzigen Wurzeltheile, die so viel fettes Oel enthalten, dass es durch Auspressen gewonnen werden kann. Wie schon aus den angeführten Bestandtheilen dieser Knollen geschlossen werden kann, bilden sie eine angenehm schmeckende und nahrhafte Speise sowohl roh als zubereitet.

S.

Erdmetalle sind die metallischen Radicale derjenigen Oxyde, die man Erden nennt. Sie sind: das Aluminium, Beryllium, Yttrium, Zirkonium und Thorium. Vielleicht sind auch Lanthan, Cerium, Didym, Erbium und Terbium, welche noch nicht im isolirten Zustande dargestellt wurden, dazu zu rechnen. Sie können nicht durch Kohle aus ihren Oxyden reducirt werden. Man erhält sie aber leicht durch Erhitzen ihrer wasserfreien Chlorüre mit Kalium oder Natrium.

Sie bilden hinsichtlich ihrer Eigenschaften den Uebergang von den Alkalimetallen zu den eigentlichen (schweren) Metallen. Sie haben ein geringeres spec. Gewicht als die meisten der letzteren, und bilden nebst den Alkalimetallen die Gruppe der sogenannten leichten Metalle. Das

spec. Gewicht ist übrigens bei keinem von ihnen genau bestimmt, sie sind aber sämmtlich schwerer als Wasser. Sie alle scheinen schwer schmelzbar zu seyn, und sind nicht im compacten, sondern nur im pulverförmigen oder zusammengesinterten Zustande bekannt; unter dem Polirstable nehmen sie einen mehr oder minder starken Metallglanz an. Sie sind schlechte Leiter der Electricität, wahrscheinlich nur wegen ihres losen Aggregatzustandes. Mit dem Sauerstoff verbinden sie sich in der Wärme mit starker Feuerentwicklung und sie entziehen denselben bei höherer Temperatur vielen oxydirten Körpern; ihre Oxydirbarkeit ist jedoch weit geringer als die der Alkalimetalle. Bei gewöhnlicher Temperatur halten sie sich in der Luft und im Sauerstoffgase unverändert, und ohne Gegenwart einer Säure zersetzen sie nicht oder nur langsam das Wasser.

Schn.

Erdnussöl, *Huile d'arachide*, das fette Oel aus den Wurzelknollen von *Arachis hypogaea*, einer in Spanien und Carolina angebaute Pflanze, gehört zu den nicht trocknenden Oelen, und dient als Speiseöl und zur Seifenbereitung.

Schn.

Erdöl s. Steinöl.

Erdpech s. Asphalt Thl. I. Seite 525.

Erdrauchsäure s. Fumarsäure.

Erdwachs s. Ozokerit.

Eremit, ein in Geschieben des Albitgranits eingewachsenes, in kleinen gelbbraunen durchscheinenden Krystallen des zwei- und eingliedigen Systems vorkommendes, fluorhaltiges Mineral. Es besitzt einen muschligen Bruch und ein spec. Gewicht = 3,714, ist vor dem Löthrohr unschmelzbar, giebt mit Borax ein weingelbes, durch Flattern emailartig werdendes Glas. Ob es, wie Shepard vermuthet, ein Fluortitanat, oder wie Berzelius glaubt, ein Fluorcerium sey, ist zweifelhaft.

H. K.

Ergotin, von Wiggers in dem Mutterkorn (*Secale cornutum*) entdeckt; macht nach ihm wahrscheinlich den wirksamen Bestandtheil desselben aus. Gestoßenes Mutterkorn, nachdem es zur Entfernung von Wachs und Fett mit Aether extrahirt ist, wird mit kochendem Alkohol behandelt, die Lösung eingedampft und die extractartige Masse mit kaltem Wasser ausgezogen. Das Ergotin bleibt dann als ein braunrothes, weder sauer, noch alkalisch reagirendes, in Wasser und Aether unlösliches, in Alkohol lösliches bitter schmeckendes Pulver zurück. Es wird von verdünnten Säuren gelöst, und daraus durch Alkalien wieder unverändert niedergeschlagen. Salpetersäure löst es unter Zersetzung mit gelber, concentrirte Schwefelsäure mit rothbrauner Farbe auf. Es soll narkotisch und langsam tödtend wirken.

H. K.

Erinit. — Verschiedene Mineralien sind mit diesem Namen belegt worden:

1) Ein derbes Mineral, wahrscheinlich eine Varietät von Bol, dessen Zusammensetzung nach Thomson sich durch die Formel $(6\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3) + (3\text{FeO} \cdot 4\text{SiO}_3) + 16\text{aq.}$ ausdrücken lässt.

2) Ein smaragdgrünes Mineral von unbekannter Krystallform, welches sich in Kugeln und nierenförmigen Gestalten mit concentrisch schaliger Absonderung in Begleitung von Olivenit und Kupferglimmer findet. Es zeigt muschligen Bruch, eine Härte zwischen Flussspath und

Apatit; specif. Gew. = 4,043. Nach Turner's Analyse besteht es aus $(3\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_5) + (2\text{CuO} \cdot \text{aq}_3)$. Dieser Erinith ist nach Kühn ein Kupferdiaspor, in welchem Ph_2O_3 durch As_2O_5 vertreten wird. H. K.

Erlan, ein unvollkommen krystallinisches Thonerde- und Kalksilicat von grünlich grauer Farbe mit Spuren einer feinblättrigen Textur, welche theils für sich, theils mit Glimmer gemengt, den Erlanfels bildet. Specif. Gew. = 3,0 — 3,1; Härte zwischen Apatit und Feldspath; ist vor dem Löthrohr zu einer klaren Perle ziemlich leicht schmelzbar und löst sich in Borax zu einer grünlichen Perle. H. K.

Erlanger Blau syn. mit Berlinerblau.

Erstarren ist: Uebergehen aus dem flüssigen in den festen Körperzustand. B.

Erstarrungspunkt. Derjenige Temperaturpunkt einer Flüssigkeit, bei welcher sie fest zu werden beginnt. S. Schmelzpunkt. B.

Erucin ist von E. Simon aus dem weissen Senf erhalten und kommt nach ihm darin fertig gebildet vor. Zerstoßener Senf, mit Wasser befeuchtet und dann mit Aether mehremals ausgezogen, giebt an letzteren die scharfe blasenziehende Substanz ab. Wenn die scharfe extractartige Masse, die nach Verdunstung des Aethers zurückbleibt, einige Tage an der Luft steht, so bilden sich darin kleine harte Krystallkörner von Erucin, welche nach Behandlung der ganzen Masse mit kaltem Spiritus ungelöst zurückbleiben. Sie werden zur völligen Reinigung vom anhängenden Harz mit verdünnter Kalilauge behandelt, mit Wasser gewaschen und in einer Mischung von Alkohol und Aether aufgelöst. Während jene verdampfen, fällt es als ein weißes Pulver nieder, welches durch Waschen mit Ammoniak von den letzten Spuren der harzigen Materie befreit werden soll. Das so gereinigte Erucin enthält keinen Schwefel. Es ist unlöslich in Wasser und Alkali, schwerlöslich in Alkohol, leichtlöslich in Aether, Schwefelkohlenstoff und Terpenthinöl. Seine chemischen Eigenschaften und Zusammensetzung sind unbekannt. H. K.

Erythrein s. Erythrin säure.

Erythrin s. Erythrin säure.

Erythrinbitter (Pikroerythrin, Amarythrin, Telerythrin). Durch Einwirkung einer Alkalilösung auf Erythrin säure — Heeren's Erythrin — bei gehindertem Luftzutritt entsteht aus derselben nach Heeren eine eigenthümliche bitter schmeckende Substanz, welche er Erythrinbitter nannte. Er stellte dasselbe dar durch Kochen der Erythrin säure mit einer Auflösung von kohlen saurem Ammoniak, so dass durch die gebildeten Dämpfe der Zutritt der Luft gehindert wurde. Bei fortgesetztem Kochen entwich alles Ammoniak, und beim Verdampfen der Flüssigkeit blieb das Erythrinbitter als eine braune extractförmige Masse zurück, die einen bitteren und zusammenziehenden Geschmack besaß, und sich in Wasser leicht auflöste. Bei wiederholtem Auflösen und Abdampfen färbt es sich durch den Einfluss der Luft immer dunkler braun; in Berührung mit Luft und Ammoniak bildet es Flechtenroth.

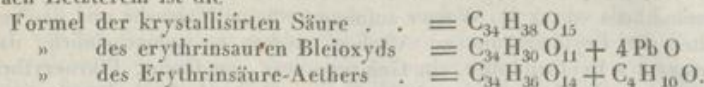
Schunck hat später diesen bitter schmeckenden Körper in reinerer Form dargestellt und ihn Pikroerythrin oder Pikroerythrin säure genannt. Nach seiner Analyse besteht er aus 52,51 Proc. Koh-

lenstoff, 6,08 Proc. Wasserstoff und 41,41 Proc. Sauerstoff, woraus er die Formel $C_{34}H_{48}O_{20}$ herleitet. Bei seiner Bildung ist nach Schunck das Alkali ohne Einfluss, er entsteht vielmehr aus der Erythrinsäure durch bloße Behandlung mit heißem Wasser, indem dieselbe dabei die Bestandtheile von 5 At. Wasser aufnimmt. Seine Versuche und das Verhalten der Erythrinsäure zu Alkalien machen es wahrscheinlich, dass Heeren's Erythrinbitter ein Gemenge war von Orcin, Pikroerythrin und einem durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft aus letzterem gebildeten braunen Körper. Von ähnlicher Natur ist das Amarythrin von Kane, während der Körper, den Kane Telerythrin nannte, wahrscheinlich mit dem Pikroerythrin identisch ist (s. den Art. Erythrinsäure). Man löst, um das Pikroerythrin darzustellen, Erythrinsäure in siedendem Wasser auf, und lässt die Flüssigkeit kochen, bis sie beim Erkalten keine Erythrinsäure mehr absetzt. Sie lässt dann beim Verdampfen eine klebrige Masse von brauner Farbe und bittersüßem Geschmack zurück, die nach einiger Zeit eine krystallinische Beschaffenheit annimmt. Man behandelt dieselbe mit kleinen Antheilen kalten Wassers, welches die braun färbende Substanz auflöst mit Zurücklassung von Pikroerythrin. Als Nebenproduct erhält man es bei der Darstellung der Erythrinsäure, indem man die wässrige Flüssigkeit, aus welcher diese sich abgesetzt hat, zur Trockne verdampft, und den Rückstand mit kaltem Wasser behandelt, welches Orcin und die braune Substanz auszieht. Um es möglichst rein zu erhalten, wird es wieder in etwas heißem Wasser aufgelöst, und diese Lösung mit thierischer Kohle behandelt, worauf es nach dem Filtriren und Abdampfen als eine gelbliche Masse zurückbleibt, die nach einiger Zeit weiß und krystallinisch wird. Vielleicht ist es auch ein Bestandtheil der *Rocella tinctoria*, wenigstens ist es nach Schunck in dem weingeistigen Auszuge derselben enthalten.

Das Pikroerythrin bildet eine weiße krystallinische Masse, keine deutliche Krystalle. Es besitzt einen stark bitteren, nicht unangenehmen Geschmack, und wird von Wasser, Alkohol und Aether (Kane's Telerythrin löst sich nicht in Aether) aufgelöst. In kaltem Wasser ist es jedoch schwer löslich, obschon es aus der Auflösung in heißem Wasser durch Abkühlung derselben sich nicht ausscheidet. Seine Lösungen röthen Lackmus. Durch fortgesetztes Kochen mit Wasser oder Alkohol erleidet es keine Veränderung. Beim Erhitzen schmilzt es und zersetzt sich dann unter Bildung von Orcin, welches sich verflüchtigt. Von Alkalien, Kalk- und Barytwasser wird es aufgelöst; beim Kochen damit zersetzt es sich unter Bildung von Kohlensäure und Orcin. Mit Eisenchlorid färbt seine Lösung sich tief purpurroth. Seine wässrige Auflösung wird durch Bleizucker nicht gefällt, giebt aber mit basisch essigsaurem Bleioxyd einen weißen Niederschlag, welcher nach der Analyse von Schunck 15,51 Proc. Kohlenstoff, 1,85 Proc. Wasserstoff, 13,70 Proc. Sauerstoff und 68,94 Proc. Bleioxyd enthält, wonach er die Zusammensetzung $C_{34}H_{48}O_{20} + (PbO)$ besitzen soll (?). An der Luft erleidet das Pikroerythrin keine Veränderung. Seine alkalische Auflösung nimmt aber an der Luft nach und nach eine rothe Farbe an. Es reducirt das Goldchlorid, wenn es in wässriger Auflösung damit gekocht wird, und bewirkt bei Zusatz von Ammoniak in salpetersaurem Silberoxyd einen Niederschlag, aus welchem durch Erhitzen metallisches Silber ausgeschieden wird. Schn.

Erythrinroth s. Erythrinsäure.

Erythrinsäure, Erythrin. Bestandtheil der *Roccella tinctoria* (Lich. *Roccella L.*?) und wahrscheinlich anderer verwandter Flechten-Species. Entdeckt von Heeren, näher untersucht von Schunck¹⁾. Nach Letzterem ist die



Diese Formeln sind abgeleitet aus folgender durch die Analyse gefundenen Zusammensetzung:

	Erythrinsäure.		Erythrinaures Bleioxyd.		Erythrinsäure-Aether.	
Kohlenstoff .	58,78	58,70	27,68	26,97	60,65	60,72
Wasserstoff .	5,20	5,55	2,12	2,19	6,13	6,14
Sauerstoff .	36,02	35,75	11,04	11,72	33,22	33,14
Bleioxyd .	—	—	59,16	59,12	—	—

Nach Schunck, welcher die *Roccella tinctoria var. fuciformis* zur Darstellung der Erythrinsäure benutzte, erhält man dieselbe durch Ausziehen der zerkleinerten Flechte mit kochendem Wasser. Beim Erkalten des Auszuges scheidet sie sich als flockig-krystallinische Masse ab, die man mit etwas kaltem Wasser wäscht, und dann in heissem Alkohol auflöst, aus welchem beim Abkühlen die reine Säure krystallisirt. Die wässrige Flüssigkeit, aus welcher die Erythrinsäure sich abgeschieden hat, enthält Erythrinbitter (s. d. Art.) aufgelöst. Außerdem ist Orcin darin enthalten. Die mit Wasser ausgezogene Flechte enthält neben anderen Substanzen die Roccellsäure (s. d. Art. Roccellsäure und Roccella).

Die Erythrinsäure krystallisirt aus ihrer Auflösung in siedendem Alkohol beim Erkalten in feinen sternförmig gruppirten Nadeln. Durch Wasser wird sie in Form einer Gallerte daraus abgeschieden. Sie ist vollkommen farblos, ohne Geruch und Geschmack. Ihre Lösungen röthen Lackmus. Von kochendem Wasser bedarf sie 240 Thle. zur Auflösung, beim Erkalten scheidet sie sich in Flocken oder als krystallinisches Pulver größtentheils wieder daraus ab. Durch längeres Kochen mit Wasser verwandelt sie sich in Erythrinbitter oder Pikroerythrin. Alkohol löst sie in größerer Menge, bildet aber, wenn man die Lösung einige Zeit kocht, Erythrinsäure-Äther. Auch von Äther wird sie aufgelöst. Beim Erhitzen zersetzt sie sich und giebt ein ölähnliches Destillat, welches später krystallinisch erstarrt und aus Orcin besteht.

In Berührung mit Basen erleidet sie dieselbe merkwürdige Zersetzung, wie die Lecanorsäure, mit welcher sie nach den Analysen gleichwohl nicht identisch ist. Sie löst sich in reinen und kohlen-sauren Alkalien, wie in Baryt- und Kalkwasser, leicht auf, und wird durch eine Säure, wenn man diese bald nach der Auflösung hinzufügt, unverändert in Form einer Gallerte wieder gefällt. Kocht man aber die Auflösung, oder lässt man sie einige Zeit stehen, so wird die Erythrin-säure zersetzt, und es bilden sich aus ihr Kohlensäure und Orcin. Bei Anwendung von Barytwasser entsteht beim Kochen ein Niederschlag von kohlen-saurem Baryt, und aus der Flüssigkeit erhält man, nachdem

¹⁾ Journ. f. Chem. u. Physik v. Schweigger. Bd. LIX. S. 313, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XXXIX. S. 23, Bd. XLVIII. S. 1 u. Bd. LXI. S. 64.

der überschüssige Baryt durch Kohlensäuregas entfernt worden, durch Abdampfen reines krystallisirtes Orcin. Aus 1 At. Erythrinsäure und den Bestandtheilen von 3 At. Wasser entstehen hierbei nach Schunck 2 At. Kohlensäure und 2 At. wasserhaltiges Orcin ($= C_{16}H_{22}O_7$).

Die weingeistige Auflösung der Erythrinsäure wird durch Eisenchlorid tief purpurroth gefärbt, und verhindert die Fällung desselben durch Ammoniak. Durch eine Auflösung von Bleizucker in Alkohol wird sie nicht gefällt, mit einer weingeistigen Auflösung von basisch essigsaurem Bleioxyd giebt sie dagegen einen weissen Niederschlag, welcher, im luftleeren Raum bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet, die oben angegebene Zusammensetzung hat. Die Ammoniak-Auflösung färbt sich an der Luft rasch dunkel- oder purpurroth; sie bewirkt in einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd einen weissen Niederschlag, welcher beim Kochen schwarz wird und einen Silberspiegel bildet. Die Aether-Verbindung der Erythrinsäure entsteht schon durch bloßes Kochen der Säure mit Alkohol, und bildet sich auf diese Weise so leicht, dass man durch Ausziehen der Roccella mit kochendem Alkohol fast nur Erythrinsäure-Aether erhält. Aus der Alkohol-Auflösung krystallisirt derselbe bei langsamer Verdunstung in prismatischen Nadeln. Er ist auch in Aether und in kochendem Wasser auflöslich, und krystallisirt aus letzterem beim Erkalten in feinen weissen Nadeln und Blättchen. Kocht man ihn mit Wasser in größerer Menge, als dieses auflösen kann, so schmilzt er und bildet ölige Tropfen, die in Wasser zu Boden sinken. Er ist anfangs geschmacklos, bringt aber nach einiger Zeit auf der Zunge eine brennende Empfindung hervor. Beim Erhitzen verflüchtigt er sich fast vollständig und bildet ein Destillat, welches wieder krystallinisch erstarrt. Gegen Basen verhält er sich wie eine schwache Säure. Von reinen und kohlensauren Alkalien, wie von Baryt- und Kalkwasser, wird er aufgelöst, und durch Säuren wieder gefällt. Seine Auflösung giebt mit basisch essigsaurem Bleioxyd einen Niederschlag. Durch Kochen mit Alkalien wird er zersetzt in Alkohol und Erythrinsäure, die ihrerseits wieder in Kohlensäure und Orcin zerfällt.

Nach Heeren wird die Erythrinsäure, von ihm Erythrin genannt, dargestellt durch Ausziehen der Flechte entweder mit heißem Alkohol oder mit Ammoniak. Im ersteren Fall darf die Mischung nicht bis zum Kochen erhitzt werden, weil dabei aus dem Erythrin durch Einwirkung des Alkohols ein anderer Körper entsteht, den Heeren Pseudoerythrin nennt, der aber nach den angeführten Versuchen von Schunck offenbar nichts Anderes als Erythrinsäure-Aether ist. Der heiß filtrirte weingeistige Auszug wird mit dem doppelten Volum Wasser vermischt, wodurch sie sich trübt durch Ausscheidung von Roccellsäure und grüner Flechtensubstanz. Um diese Substanzen vollständiger abzuschneiden, erhitzt man sie bis zum Kochen, und fügt geschäbte Kreide hinzu, bis der fein vertheilte Niederschlag sich zu Flocken vereinigt. Das Erythrin bleibt dabei aufgelöst, und scheidet sich aus der heiß filtrirten Flüssigkeit als bräunliches Pulver ab. Durch Auflösung in warmem Alkohol, Behandlung mit thierischer Kohle und Krystallisation wird es rein erhalten. Die beste Methode, das Erythrin auszuziehen, ist indess nach Heeren die Behandlung der Flechte mit Ammoniak, welches man im concentrirten Zustande einige Zeit auf dieselbe wirken lässt. Der Ammoniak-Auszug wird mit Wasser vermischt,

durch Fällung mit Chlorcalcium von Roccellsäure befreit, und dann heifs mit überschüssiger Salzsäure vermischt, wodurch das Erythrin als eine gelbliche gallertähnliche Masse ausgeschieden wird. Erhitzt man diese mit der Flüssigkeit, so löst sie sich wieder auf, und durch Abkühlung erhält man dann pulverförmiges Erythrin, welches auf angegebene Art gereinigt werden kann.

Das so dargestellte Erythrin besitzt nach der Beschreibung von Heeren wesentlich dieselben Eigenschaften wie die Erythrinaure von Schunck, so dass an der Identität beider wohl nicht zu zweifeln ist. Es ist jedoch unlöslich in Aether, und bedarf nur 170 Thle. kochenden Wassers zur Auflösung. Von 89procentigen Alkohol erfordert es, um sich aufzulösen, bei gewöhnlicher Temperatur $22\frac{1}{2}$ Thle., bei Siedhitze 2,29 Thle.; beim Erkalten trübt sich diese Auflösung und erhält ein dem Mörtel ähnliches Ansehen. Es ist auch in heifser Essigsäure löslich und scheidet sich beim Erkalten wieder aus. Bei einer etwas über 100° liegenden Temperatur wird es flüssig, und erstarrt beim Erkalten wieder zu einer harten-brüchigen Masse. Durch Behandlung mit Alkalien verwandelt es sich in eine bitter schmeckende Substanz (s. Erythrinbitter); bei Zutritt der Luft entsteht dabei eine braun gefärbte Materie. Durch gleichzeitige Einwirkung von Ammoniak und Sauerstoff entsteht aus dem Erythrin ein oder mehrere Körper von rother Farbe, auf deren Bildung die Fabrikation der Orseille beruht, und welche die färbende Materie derselben ausmachen. Es ist wahrscheinlich, dass das Erythrin sich hierbei zunächst in Kohlensäure und Orcin zersetzt, und dass letzteres hierauf in einen rothen Körper sich verwandelt, welcher hiernach nichts Anderes als Orcein seyn würde. Die Versuche von Heeren, nach denen aus dem Erythrin verschiedene Körper zu entstehen scheinen, machen dies jedoch zweifelhaft, und müssen deshalb hier angeführt werden. Lässt man das Erythrin mit seinem 20fachen Gewicht Wasser und Zusatz von etwas Ammoniak an einem warmen Ort bei Luftzutritt stehen, so nimmt sie rasch eine gelbliche Farbe an, die immer dunkler wird und zuletzt in ein dunkles Weinroth übergeht, worauf sie sich nicht weiter verändert. Die Flüssigkeit enthält dann drei verschiedene Körper, Flechtenroth, Erythrein, Erythrinroth, eine gelbe und eine weinroth gefärbte Materie. Man verdunstet sie, bis sie sich zu trüben beginnt, und fügt ihr dann Stücke von kohlen saurem Ammoniak hinzu; dieses bringt, indem es sich auflöst, einen Niederschlag hervor, welcher eine Verbindung von Flechtenroth und der gelben Materie seyn soll, die in salzhaltigem Wasser nicht auflöslich ist, weshalb sie auch durch Kochsalz und andere Salze ausgeschieden wird. Diese Eigenschaft besitzt nach Kane auch das aus der Orseille dargestellte Orcein (s. Orseille und Orcein). Nach dem Trocknen hat dieser Niederschlag eine kastanienbraune Farbe, beim Reiben mit einem glatten Körper nimmt er eine gelbe Farbe und Metallglanz an. Von Wasser wird er, auch wenn dieses Ammoniak enthält, nicht wieder aufgelöst, mit Alkohol bildet er dagegen eine carmoisinrothe Lösung. Wird diese Lösung verdampft, und der Rückstand mit Ammoniak behandelt, so löst das Flechtenroth sich darin auf, mit Zurücklassung der gelben Substanz, von welcher nichts weiter bekannt ist, als dass sie schon in einer Temperatur, die das Flechtenroth noch nicht zersetzt, zerstört wird. Die Ammoniak-Auflösung giebt durch Verdunsten das Flechtenroth als eine

Masse von dunkelrother in's Violette sich ziehender Farbe, die in Wasser wenig auflöslich ist. Mit Alkohol bildet es eine Lösung von tief carmoisinrother Farbe, und bleibt nach dem Verdunsten als eine ebenso gefärbte firnissähnliche Masse zurück, die einen metallähnlichen Glanz besitzt. In Aether ist es unlöslich. Reine und kohlen saure Alkalien lösen es mit prächtig violetter Farbe. Die Auflösung in Ammoniak wird beim Verdunsten trübe und schmutzig weinroth, nimmt aber auf Zusatz von Ammoniak ihre frühere Farbe wieder an. Durch Säuren wird es aus der Alkali-Lösung als tief carmoisinrothes Pulver gefällt. Schwefelwasserstoff entfärbt seine Lösung; durch Sättigung mit einem Alkali oder Austreiben des Gases durch Wärme stellt sich die Farbe wieder her. — Der dritte Körper, welcher nach Heeren bei der Umwandlung des Erythrins entsteht, ist eine Materie von weinrother Farbe, die beim Sättigen der Flüssigkeit mit kohlen saurem Ammoniak aufgelöst bleibt, und durch Abdampfen aus derselben erhalten wird. Vielleicht ist sie mit dem Azoerythrin von Kane (s. Orseille) der Hauptsache nach identisch. Sie geht durch fernere Einwirkung von Luft und Ammoniak nicht in Flechtenroth über, kann aber dadurch in Flechtenroth verwandelt werden, dass man sie vorsichtig erhitzt, bis sie halb geschmolzen ist, wobei sie einen eigenthümlichen Geruch entwickelt, und sogleich eine reinere dunkelrothe Farbe annimmt. Diese Umwandlung erfolgt unabhängig von dem Zutritt der Luft.

Durch Ausziehen der *Rocella tinctoria* mit kochendem Alkohol und Behandlung des Auszuges mit Kreide, wie zur Darstellung des Erythrins, erhielt Heeren das Pseudoerythrin, so genannt, weil es gleich dem Erythrin sich in Flechtenroth verwandeln kann. Die Eigenschaften, welche Heeren von diesem Körper angiebt, sind ganz die des Erythrinsäure-Aethers. Nach der Analyse von J. L., mit welcher auch die Analysen von Kane, so wie von Rochleder und Heldt nahe übereinstimmen, enthält es 60,81 Proc. Kohlenstoff, 6,334 Proc. Wasserstoff und 32,856 Proc. Sauerstoff. Diese Zahlen entsprechen der Zusammensetzung des Erythrinsäure-Aethers. Rochleder und Heldt fanden überdies, dass das Pseudoerythrin beim Kochen mit Alkalien unter Bildung von Weingeist, Kohlensäure und Ocin zersetzt wird, wonach also seine Identität mit Erythrinsäure-Aether unzweifelhaft zu seyn scheint. Nach Angaben dieser Chemiker soll indess auch der Lecanorsäure-Aether mit Pseudoerythrin identisch seyn, was voraussetzen würde, entweder dass Erythrinsäure und Lecanorsäure identische Substanzen sind, was aber nach den Analysen nicht der Fall ist, oder dass die Lecanorsäure vor ihrer Umwandlung in die Aether-Verbindung in Erythrinsäure übergehe. Fernere Versuche müssen hierüber noch Aufschluss geben. Das Pseudoerythrin krystallisirt nach Heeren in großen farblosen Blättern und Nadeln. Von 60procentigem Alkohol bedarf es bei 0° sein 5 faches Gewicht zur Auflösung. Etwas über 120° erhitzt, schmilzt es zu einem farblosen Oel, welches wieder zu einer blättrig-krystallinischen Masse erstarrt. Es kann kein Erythrinbitter bilden, und färbt sich in alkalischer Lösung an der Luft braun. Die Umwandlung in Flechtenroth bei Gegenwart von Luft und Ammoniak erleidet es weit langsamer als das Erythrin.

Kane hat aus der *Rocella tinctoria* einen Körper dargestellt, den er Erythrylin nannte, und der zwar wahrscheinlich Erythrinsäure

war, jedoch nach Kane's Analyse, wenn sie richtig ist, noch einen anderen Körper enthalten haben muss. Er extrahirte die Flechte bei 60° mit Weingeist, verdampfte den Auszug im Wasserbade zur Trockne, und behandelte den Rückstand mit kochendem Wasser, so lange dieses noch etwas auflöste. Der in Wasser unlösliche Antheil wurde mit schwacher erwärmter Kalilauge ausgezogen, worin er sich fast gänzlich auflöste. Salzsäure bewirkte in dieser Lösung einen grünlich gelben Niederschlag, der dann in ammoniakhaltigem Wasser aufgelöst wurde. Durch Fällung dieser Lösung mit Chlorcalcium wurde die Roccellsäure, und darauf durch Vermischen der filtrirten Flüssigkeit mit Salzsäure das Erythrylin abgeschieden. Dasselbe hat nach Kane's Beschreibung zwar im Allgemeinen die Eigenschaften der Erythrinaure, ist jedoch unlöslich sowohl in heissem wie in kaltem Wasser und enthält nach dem Mittel zweier von Kane ausgeführter Analysen 67,44 Proc. Kohlenstoff, 8,25 Proc. Wasserstoff und 24,31 Proc. Sauerstoff. Der wässerige Auszug des weingeistigen Flechtenextracts setzte beim Erkalten schöne der Borsäure ähnliche Krystalle ab. Diese werden von einem Körper gebildet, den Kane Erythrin nennt, der aber hauptsächlich aus Heeren's Pseudoerythrin besteht, mit dessen Zusammensetzung auch Kane's Analyse übereinstimmt. Nach längerem Kochen seiner wässerigen Auflösung scheidet er sich indess beim Erkalten nicht wieder ab, und die Flüssigkeit nimmt dabei eine braune Farbe und einen bitteren Geschmack an. Die Flüssigkeit, aus welcher er sich absetzte, liefs beim Verdunsten einen braunen, extractförmigen, bitter schmeckenden Rückstand, Kane's Amarythrin. Wurde dieser in concentrirter Auflösung einige Zeit an der Luft stehen gelassen, so bildeten sich darin in großer Menge feine körnige Krystalle von süßlich bitterm Geschmack, die durch Waschen mit kleinen Antheilen Alkohols ganz weiß wurden. Diese Substanz nannte Kane Telerythrin; sie scheint mit dem Pikroerythrin von Schunck (s. Erythrinbitter) identisch zu seyn, enthält jedoch nach Kane 45,07 C, 3,72H u. 51,21 O.

Schn.

Erythrodanum s. Krapp.

Erythrogen. Dieser Name (geb. aus *ἐρυθρός*, roth und *γενναί*, werden) wurde zwei Körpern beigelegt, deren Existenz noch zweifelhaft ist. Bizio's ¹⁾ *Erythrogène* ist eine krystallinische Substanz, welche er aus der Galle einer an Gelbsucht gestorbenen Person abgeschieden zu haben vorgiebt. Als ausgezeichnete Eigenschaft desselben führt er an, dass ihre Verwandtschaft zum Stickstoff so groß sey, dass dieser nicht allein aus der Luft aufgenommen werde, sondern Salpetersäure soll unter Abscheidung von Sauerstoff und Ammoniak unter Wasserstoffentwicklung davon zersetzt werden; — Angaben, die zu ungewöhnlich sind, als dass man ihnen Glauben schenken dürfte. — Hope ²⁾, welcher eine Untersuchung über die Farbstoffe der Blumenblätter anstellte, bezeichnete mit demselben Namen einen in diesen vermutheten farblosen Körper, welcher durch Säuren roth gefärbt wird; er wurde nicht abgeschieden, sondern seine Existenz nur aus Reactionen gefolgert.

Str.

¹⁾ N. Journ. für Chem. u. Ph. N. B. Bd. VII. S. 120. Schweigg. Journ. XXXVII. S. 110.

²⁾ Journ. f. pract. Chem. Bd. X. S. 269.

Erythrolein s. Lackmus.

Erythroleinsäure s. Orseille.

Erythrolitmin s. Lackmus.

Erythrophyll s. Blattroth Thl. I, S. 807.

Erythroprotid, $C_{13}H_{16}N_2O_5$ (Mulder), eine mit rother Farbe in Wasser lösliche extractartige Materie, welche durch Einwirkung von concentrirter Kalilauge auf Protein neben Ameisensäure, Ammoniak, Leucin und Protid gewonnen wird. Die mit Kali behandelte Proteinlösung mit Schwefelsäure gesättigt und destillirt, giebt Ameisensäure. Nach Entfernung des schwefelsauren Kali's durch Krystallisation bleibt ein braunrothes Extract zurück. Alkohol zieht aus diesem eine krystallinische Substanz, die Leucine, aus. Nach dem Erkalten des Alkohols scheidet sich ein rothes Extract ab, welches durch neutrales essigsäures Bleioxyd gefällt werden kann. Durch Schwefelwasserstoff zerlegt, wird das Erythroprotid frei.

F.

Erythroretin, geb. aus $\epsilon\rho\nu\theta\rho\acute{o}\varsigma$, roth und $\epsilon\eta\tau\acute{\iota}\nu\eta$, Harz. Mit diesem Namen bezeichneten Döpping und Schlossberger¹⁾ einen in der Rhabarber vorkommenden gelben harzartigen, in Aether löslichen Körper, von Berzelius Rhabarber-Alphaharz genannt, welcher einen Hauptbestandtheil der Rhabarber ausmacht und ihre Reaction mit Alkali bedingt. — Darstellung und Eigenschaften. s. Rhabarber.

Erythrylin s. Erythrinsäure.

Str.

Erytrarsin s. Kakodylchlorür.

Erze nennt man die natürlich vorkommenden Verbindungen solcher Metalle, deren Oxyde keine Alkalien oder Erden bilden. Die Vererzungsmittel, d. h. die mit diesen Metallen verbunden vorkommenden Stoffe, sind sehr verschiedenartiger Natur, am gewöhnlichsten Schwefel, Arsenik und Sauerstoff. Die Trennung dieser vererzenden Stoffe von den Metallen bildet die Hauptaufgabe des Hüttenmannes. — Man findet Erze in fast jeder Formation (s. d.) der Erdrinde, und es ist wahrscheinlich, dass das Erdinnere einen noch größeren Reichthum derselben besitzt. Dies lässt sich aus dem hohen spec. Gewicht der ganzen Erdmasse (etwa = 5) im Vergleiche zum durchschnittlichen spec. Gewicht der in der Erdkruste am häufigsten vorkommenden Gebirgsarten schließen, welches gewiss nicht höher als etwa = 3 annehmen seyn dürfte. Bei der Annahme eines ehemaligen Flüssigkeits- oder doch Weichheits-Zustandes unserer Erde, lässt sich eine solche Zunahme des Erzgehaltes nach dem Erdinneren leicht erklären, indem dieselbe alsdann bloß als eine sehr natürliche Folge der Anordnung verschiedener Mineralsubstanzen nach ihrer verschiedenen specifischen Schwere betrachtet werden kann. Was die Vertheilung der Erze in dem uns bekannten Theile der Erdrinde betrifft, so erscheint dieselbe als eine sehr unregelmäßige. Während in vielen, weit ausgedehnten Gegenden bis jetzt fast keine Spur von Erzgehalt in den Gebirgsarten aufgefunden werden konnte, giebt es andere Gegenden, in denen, zuweilen auf einem sehr geringen Areale, ein außerordentlicher Metallreichthum zusammengehäuft ist. Nur so viel lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass die älteren Formationen im Allgemeinen erzrei-

¹⁾ Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. L. S. 190.

cher sind als die neueren. Gneus, Granit und Thonschiefer schliessen meist die reichsten Erzfundstätten ein. Nach ihrer äusseren Form, ohne Rücksicht auf das Genetische, lassen sich sämtliche Erzfundstätten in folgende drei Hauptklassen sondern: 1) Lager (s. d.), 2) Gänge (s. d.), 3) Nieren (s. d.).

Th. S.

Eschel s. Smalte.

Eschscholzia californica, eine auf der Westküste Nordamerika's einheimische, zu der Familie der Papaveraceen gehörende Pflanze, wurde von Walz ¹⁾ untersucht. Ausser den in Vegetabilien gewöhnlicher vorkommenden Substanzen fand er darin drei eigenthümliche Pflanzenalkalien, deren Darstellung er beschrieb, die aber noch nicht näher untersucht und deshalb noch nicht mit Namen belegt sind. Um sie abzuscheiden, verfährt man folgendermassen:

1) Alkaloid, welches mit Säuren rothe Salze giebt. Die getrocknete Wurzel wird vollständig mit essigsäurehaltigem Wasser ausgezogen und der filtrirte rothgelbe Auszug verdampft, bis er etwa das Vierfache der angewandten Wurzel beträgt. Man fällt mit Ammoniak, wäscht und trocknet den violetten Niederschlag bei gelinder Wärme und zieht ihn vollständig mit Aether aus. In den ätherischen Auszug wird Chlorwasserstoff geleitet, so lange ein hochrother Niederschlag entsteht, dieser wird gesammelt, mit Aether gewaschen und in Wasser, welches ein Harz zurücklässt, gelöst, worauf die schön blutrothe Lösung von Neuem mit Ammoniak gefällt wird. Diese letzteren Operationen werden wiederholt, bis endlich das vom Ammoniak-Niederschlage abfiltrirte Waschwasser farblos und geschmacklos abläuft. Auf diese Weise gereinigt bildet es ein grauweisses, schwach violettes Pulver, welches sich mit Säuren zu krystallisirbaren hochrothen Salzen verbindet.

2) Scharfes weisses, in Alkohol lösliches Alkaloid. Es wird auf ähnliche Weise aus dem Kraute ausgezogen wie das erstere Alkaloid aus der Wurzel. Der filtrirte Auszug wird mit Ammoniak gefällt, der Niederschlag so lange mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen, als dieses noch gefärbt abläuft, darauf bei gelinder Wärme getrocknet und in Aether gelöst, wodurch ein Farbstoff abgeschieden wird. Der Aether wird abdestillirt, der Rückstand in Essigsäure gelöst, wiederum mit Ammoniak gefällt und mit ammoniakalischem Wasser ausgewaschen. Den Niederschlag löst man darauf so oft in Essigsäure und fällt ihn mit Ammoniak, bis endlich das Waschwasser ungefärbt erscheint, oder man digerirt die essigsäure Lösung mit Kohle, wodurch der letzte Rest des Farbstoffs entfernt wird. Es bildet ein weisses in Alkohol und Aether lösliches Pulver; für sich ist es geschmacklos, die Lösungen aber, so wie die Salze haben einen sehr bitteren, und scharfen Geschmack.

3) Bitteres weisses, in Wasser lösliches, mit Schwefelsäure violett werdendes Alkaloid. Es ist in den wässrigen Auszügen, aus welchen die beiden vorhergehenden Alkaloide durch Ammoniak gefällt wurden, enthalten und wird aus diesen, nachdem sie durch Essigsäure vollständig neutralisirt sind, durch Gerbsäure gefällt. Der Niederschlag wird gewaschen, bei gelinder Wärme getrocknet, mit Kalkhydrat und Alkohol von 0,840 spec. Gewicht angerührt und so oft mit neuen Quantitäten von Alkohol digerirt, als dieser noch etwas aufnimmt.

¹⁾ Jahrb. f. pr. Pharm. Bd. VII. S. 282 und VIII. S. 147. 209.

In die alkalisch reagirenden Auszüge wird Kohlensäuregas geleitet, dann der Alkohol abdestillirt, der Rückstand zur Trockne verdampft und aus diesem das letztere Alkaloid mit heissem Wasser ausgezogen, wobei die vorhergehenden ungelöst zurückbleiben. Der wässerige Auszug wird zur Trockne verdampft und der Rückstand in Aether gelöst, welcher eine geringe Menge von Farbstoff zurücklässt. Nach dem Verdunsten des Aethers bleibt dies Alkaloid als krystallinische, in der Wärme zerfließende Masse zurück. Es ist löslich in Wasser, Alkohol und Aether, und hat einen starken ekelhaften Geschmack. Mit Säuren bildet es Salze, welche leicht in Wasser löslich sind, und welche selbst bei 100facher Verdünnung noch durch Schwefelsäure prachtvoll violett gefärbt werden. Aus den verdünnten Salzlösungen wird es durch Ammoniak nicht gefällt, in concentrirten entsteht dadurch ein voluminöser flockiger Niederschlag, welcher nach dem Trocknen als weißes Pulver erscheint und schon bei gelinder Wärme zu einer harzähnlichen Masse zusammenschmilzt.

Str.

Esdragonöl. Formel: $C_{32}H_{42}O_3$ (Laurent). Das ätherische Oel von *Artemisia Dracunculus*, aus den frischen Blättern dieser Pflanze durch Destillation mit Wasser dargestellt, ist ein Gemenge mehrerer flüchtigen Oele. Eins derselben, welches die vorstehend angegebene Zusammensetzung besitzt, erhält man im ungemengten Zustande, wenn man das rohe Oel nach dem Entwässern durch Chlorcalcium der Destillation unterwirft, und dabei den Antheil, welcher bei 206° übergeht, für sich sammelt und wiederholt rectificirt, bis die Flüssigkeit einen constanten Siedepunkt von 206° zeigt. Es scheint in dem rohen Oel, welches bei 200° zu sieden beginnt, mit einem flüchtigeren und einem weniger flüchtigen Oel gemengt zu seyn. Es bildet ein farbloses dünnflüssiges Liquidum von 0,945 spec. Gewicht, und besitzt einen ähnlichen Geruch und Geschmack wie das rohe Oel. Das spec. Gewicht seines Dampfes ist = 8,39, wonach in demselben 32 Vol. Kohlengas, 42 Vol. Wasserstoffgas und 3 Vol. Sauerstoffgas zu 4 Vol. condensirt sind. Gerhardt ¹⁾ fand dagegen die Dampfdichte = 5,33, was ebenfalls der Condensation zu 4 Vol. entspricht, wenn, wie Gerhardt annimmt, die Formel $C_{20}H_{24}O_2$ die Zusammensetzung des Esdragonöls ausdrückt, nach welcher es mit dem Fenchelstearopten gleich zusammengesetzt sein würde. Der nach dieser Formel berechnete Wasserstoffgehalt beträgt indess nur 8,08 Proc., während das Esdragonöl nach Laurent und Gerhardt 8,8 Proc. Wasserstoff enthält, was Gerhardt indess von der Einmischung eines Kohlenwasserstoffs ableitet. Durch Vermischen mit rauchender Schwefelsäure bildet es eine gepaarte Säure, von noch unbekannter Zusammensetzung. Mit Salpetersäure behandelt giebt es Esdragonsäure (s. d. Art.) und andere Producte. An der Luft und durch Alkalien erleidet es keine Veränderung. Wird es mit Chlorgas behandelt, so entweicht Salzsäure, und nach beendeter Einwirkung des Chlors erhält man ein farbloses Oel von der Consistenz des Terpenthins, welches nach der Analyse 39,9 Proc. Kohlenstoff, und 3,5 Proc. Wasserstoff enthält, wonach Laurent, ohne den Chlorgehalt bestimmt zu haben, für dasselbe die Formel $C_{32}H_{32}O_3$ $Cl_{14} = C_{32}H_{32}Cl_{10}O_3 + Cl_4$ annimmt, und es Dragonylchlorür nennt. Behandelt man dieses Oel bei Siedhitze mit einer Auflösung von

¹⁾ Compt. rend. Mai 1845.

Kali in Alkohol, so verwandelt es sich in ein anderes dickflüssiges Oel, welches Laurent Chlorodragonyl nennt, und welchem er die Formel $C_{32}H_{30}Cl_{12}, O_3$ beilegt, wonach es aus dem vorigen durch Austreten von 1 Aeq. Salzsäure entstehen würde. Die Analyse dieses Oels, in welcher der Chlorgehalt nicht bestimmt wurde, gab 42,5 Proc. Kohlenstoff und 3,4 Proc. Wasserstoff.

Schn.

Esdragonsäure, Dragonsäure. Von Laurent entdeckt. Entsteht aus dem Esdragonöl durch Einwirkung von Salpetersäure. Identisch mit Anisinsäure (s. d. Art. Fenchelstearopten). Formel der krystallisirten Säure: $C_{16}H_{14}O_5 + aq.$ oder nach Laurent, der sie als eine zweibasische Säure betrachtet, $C_{32}H_{28}O_7, O_3 + 2aq.$

Um diese Säure darzustellen, wird Esdragonöl mit einer geringen Menge Wasser gemischt, und das Gemisch gelinde erwärmt, worauf man nach und nach das dreifache Gewicht des Oels gewöhnlicher Salpetersäure hinzufügt. Nach beendeter Einwirkung der Säure, bei welcher leicht eine heftige Reaction entsteht, erstarrt die Mischung zu einer braunen, harzähnlichen, etwas krystallinischen Masse, die man durch Waschen mit Wasser von der anhängenden Salpetersäure befreit. Sie wird dann mit verdünnter wässriger Ammoniaklösung ausgekocht, wobei ein Theil ungelöst bleibt, den man aufs Neue mit Salpetersäure behandeln kann. Die ammoniakalische Lösung enthält neben Esdragonsäure zwei andere krystallisirbare Säuren und einen braunen harzähnlichen Körper aufgelöst. Um diesen zu entfernen, wird die Flüssigkeit bis zur syrupartigen Consistenz abgedampft, wobei er das Ammoniak, welches ihn aufgelöst erhielt, verliert, und sich größtentheils ausscheidet, während die Ammoniaksalze der drei Säuren, wenn das Abdampfen in gelinder Wärme geschieht, unzersetzt bleiben. Die Masse wird hierauf, um die Ammoniaksalze aufzulösen, mit Wasser ausgekocht, wobei zugleich noch ein Antheil des Harzes sich auflöst, der durch wiederholtes Abdampfen und Auflösen und zuletzt durch Behandlung mit thierischer Kohle entfernt werden muss. Die entfärbte Flüssigkeit wird nun, wenn sie sauer ist, mit Ammoniak gesättigt und abgedampft, wobei esdragonsaures Ammoniak in rhombischen Tafeln sich ausscheidet, während die Salze der beiden anderen Säuren (s. u.) aufgelöst bleiben. Um aus dem Ammoniaksalz, nachdem es durch wiederholtes Auflösen und Krystallisation gereinigt wurde, die Esdragonsäure abzuscheiden, löst man es in einem siedenden Gemisch von Alkohol und Wasser auf, und setzt eine hinreichende Menge Salpetersäure hinzu, worauf die Säure beim Erkalten in Krystallen sich ausscheidet. Durch Umkrystallisiren aus Alkohol, am besten nach vorhergegangener Sublimation, wird sie vollkommen rein erhalten.

Die Esdragonsäure bildet farblose Krystalle, die oft eine beträchtliche Größe haben, und deren Form ein schiefes rhombisches Prisma ist. Sie ist geruch- und geschmacklos, fast unlöslich in kaltem, wenig löslich in siedendem Wasser. Von Alkohol und Aether wird sie leicht aufgelöst, und die Lösung röthet Lackmuspapier. Sie schmilzt bei 175° ohne Zersetzung, und erstarrt beim Erkalten wieder zu einer krystallinischen Masse; bei stärkerem Erhitzen sublimirt sie in schneeweißen Nadeln.

Mit den Basen bildet sie Salze, in denen das Wasseratom durch 1 Aeq. der Base ersetzt ist. Das Ammoniaksalz krystallisirt in tafelförmigen geraden rhombischen Prismen, enthält kein Krystallwasser, und

verliert alles Ammoniak, wenn es im luftleeren Raum auf 80° bis 100° erhitzt wird. Das Barytsalz entsteht als schwerlöslicher, aus rhombischen Blättchen bestehender Niederschlag, wenn man die Auflösung des Ammoniaksalzes mit Chlorbaryum mischt. Die Salze von Bleioxyd, Quecksilberoxyd, Silberoxyd, Manganoxydul, Kalk- und Thonerde werden auf ähnliche Weise in mikroskopischen Nadeln ausgeschieden. Das Eisenoxydsalz bildet kleine nadelförmige Krystalle, das Kupfersalz einen blauweißen Niederschlag. Die Salze von Kali und Natron sind dem Ammoniaksalz ähnlich. Die Verbindungen mit Aethyl- und Methyloxyd s. b. Anisinsäure im Art. Fenchelstearopten.

Durch Einwirkung von Salpetersäure, Chlor oder Brom auf Esdragonsäure entstehen folgende von Laurent entdeckte Verbindungen:

Nitrodragonasinsäure. Formel: $C_{32}H_{26}(N_2O_4)O_7, O_3 + 2 \text{ aq.}$ (Laurent). Berzelius betrachtet sie als eine Verbindung von Dragonsäure mit der nachstehend beschriebenen Säure, nach der Formel: $(C_{16}H_{12}O_4, N_2O_5 + \text{aq.}) + (C_{16}H_{14}O_5 + \text{aq.})$, und ihre Verbindungen mit Basen als Doppelsalze dieser beiden Säuren.

Diese Säure entsteht, ebenso wie die Nitrodragonasinsäure, durch Einwirkung von Salpetersäure auf Esdragonsäure. Sie ist nebst etwas Nitrodragonasinsäure in der Flüssigkeit enthalten, welche bei der Darstellung der Esdragonsäure nach der Krystallisation des Ammoniaksalzes derselben als Mutterlange übrig bleibt. Man verdunstet dieselbe zur Syrupdicke, mischt sie dann mit Weingeist, und erhitzt zum Sieden, bis Alles gelöst ist, worauf beim Erkalten ein krystallinischer Niederschlag sich abscheidet, welcher hauptsächlich aus dem Ammoniaksalze der Nitrodragonasinsäure besteht, und von welchem durch theilweises Verdunsten und Abkühlung noch mehr erhalten wird. Den Niederschlag löst man in siedendem Weingeist auf, und lässt die Flüssigkeit durch langsame Abkühlung krystallisiren. Dabei bilden sich zuerst feine nadelförmige, zu Halbkugeln strahlig vereinigte Krystalle, die das nitrodragonasinsäure Ammoniak sind, und die man, wenn später andere Krystalle als einzelne Nadeln sich auszuscheiden anfangen, von der Flüssigkeit trennt und durch nochmalige Krystallisation aus Alkohol reinigt. Man löst sie dann in siedendem, etwas ammoniakhaltigem Wasser und fügt Salpetersäure im Ueberschuss hinzu, wodurch die Nitrodragonasinsäure als weißer voluminöser Niederschlag abgeschieden wird. Durch Auflösen in Alkohol und Verdunsten kann man sie krystallisirt erhalten.

Sie bildet farblose rhombische Nadeln, die von Wasser sehr wenig, von Aether und Alkohol ziemlich leicht aufgelöst werden, und keinen Geruch und Geschmack besitzen. Bei 185° schmilzt sie, beim Erkalten wieder zu einer krystallinischen Masse erstarrend. Durch stärkeres Erhitzen lässt sie sich in kleineren Mengen unverändert sublimiren.

Mit den Basen bildet sie farblose Salze, in denen die 2 At. Wasser der krystallisirten Säure durch 2 Aeq. der Base ersetzt sind. Ihre Verbindungen mit den meisten Erden und Metalloxyden sind unlöslich oder schwerlöslich, und bilden Niederschläge von meist krystallinischer Beschaffenheit.

Nitrodragonasinsäure. Formel: $C_{32}H_{24}(N_2O_4)_2O_7, O_3 + 2 \text{ aq.}$ (Laurent); Esdragonsalpetersäure = $C_{16}H_{12}O_4, N_2O_5 + \text{aq.}$ (Berzel.)

Diese Säure ist, gemengt mit Esdragonsäure und Nitrodragonasinsäure, in den Flüssigkeiten enthalten, die nach dem Krystallisiren des

Ammoniaksalzes der letzteren übrig bleiben. Diese Flüssigkeiten werden zusammen gemischt, durch Verdunsten vom Weingeist befreit, und mit Salpetersäure versetzt, wodurch alle drei Säuren gefällt werden. Den Niederschlag kocht man dann eine halbe Stunde lang mit Salpetersäure, welche ihn gänzlich in Nitrodragonesinsäure verwandelt, die man hierauf aus heissem Alkohol krystallisiren lässt.

Sie krystallisirt aus Alkohol in feinen Nadeln, aus ihrer Auflösung in Salpetersäure in abgestumpften vierseitigen Prismen, ist farblos, ohne Geruch und Geschmack, sehr wenig löslich in Wasser, leicht in warmem Alkohol und Aether. Bei einer zwischen 176° und 180° liegenden Temperatur wird sie flüssig, und in höherer Temperatur lässt sie sich in kleinen Quantitäten unverändert sublimiren. Bei größeren Mengen, oder wenn sie nicht ganz rein ist, tritt eine von einer Feuererscheinung begleitete Zersetzung ein. Ihre Verbindungen mit Basen sind denen der vorhergehenden Säure ähnlich.

Chloro dragonesinsäure. Formel: $C_{32}H_{24}Cl_4O_7, O_3 + 2\text{aq.}$ (Laurent); $C_{16}H_{12}O_4, Cl_2O + \text{aq.}$, d. h. eine gepaarte unterchlorige Säure nach der Ansicht von Berzelius.

Diese Verbindung entsteht durch Einwirkung von trockenem Chlorgas auf geschmolzene Esdragonsäure, wobei Salzsäuregas entweicht. Nach beendeter Einwirkung lässt man sie aus Alkohol krystallisiren. Sie bildet farblose feine rhombische Prismen, ist fast unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether, schmilzt bei 180° , und lässt sich ohne Zersetzung sublimiren. Mit den Basen bildet sie ungefärbte Salze, ähnlich denen der vorhergehenden Säuren, deren Zusammensetzung übrigens nicht untersucht wurde.

Bromo dragonesinsäure. Formel: $C_{32}H_{24}Br_4O_7, O_3 + 2\text{aq.}$ (Laurent); Esdragonunterbromige Säure = $C_{16}H_{12}O_4, Br_2O + \text{aq.}$ (Berzelius).

Sie wird erhalten, indem man auf Esdragonsäure bei gewöhnlicher Temperatur Brom wirken lässt, den Ueberschuss desselben mit kaltem Weingeist abwäscht, den Rückstand in siedendem Weingeist auflöst und krystallisiren lässt. Sie schmilzt bei 105° , sublimirt in schönen rhombischen Blättern, und zeigt ein ähnliches Verhalten wie die vorhergehenden Säuren.

Nitrochloro dragonesinsäure. Formel: $C_{32}H_{24}Cl_2(N_2O_4)O_7, O_3 + 2\text{aq.}$ (Laurent); Verbindung von Esdragonsalpetersäure mit esdragonunterchloriger Säure = $(C_{16}H_{12}O_4, N_2O_5 + \text{aq.}) + (C_{16}H_{12}O_4, Cl_2O + \text{aq.})$ nach Berzelius.

Entsteht durch Einwirkung von Chlorgas auf geschmolzene Nitrodragonesinsäure und Krystallisation aus Alkohol. Sie ist farblos, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether, schmelzbar bei 170° , und lässt sich unverändert sublimiren. Mit den Basen bildet sie Salze, von denen keins analysirt wurde.

Nitrobromo dragonesinsäure. Formel: $C_{32}H_{24}Br_2(N_2O_4)O_7, O_3 + 2\text{aq.}$ (Laurent); $(C_{16}H_{12}O_4, N_2O_5 + \text{aq.}) + (C_{16}H_{12}O_4, Br_2O + \text{aq.})$ (Berzelius).

Wird erhalten durch Behandeln der Nitrodragonesinsäure mit Brom auf die bei der Bromo dragonesinsäure angegebene Art. Schmilzt bei 175° bis 180° , und ist in ihrem Verhalten der vorhergehenden Säure sehr ähnlich.

Schn.

Esenbeckin, von Buchner in der Rinde von *Esenbeckia febrifuga* aufgefunden, wenig untersuchte organische Base. Die Rinde wird mit angesäuertem Wasser ausgekocht, die Lösung in der Siedhitze mit Magnesia behandelt, und der erhaltene Niederschlag mit kochendem Alkohol ausgezogen. Nach Abdunstung des Alkohols bleibt das Esenbeckin als eine schillernde Masse von sehr bitterem Geschmack zurück. Es ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether unlöslich, und bildet mit Schwefelsäure und Essigsäure lösliche, durch oxalsaures Kali und Galläpfelinfusion fällbare Salze. Bei der trockenen Destillation entwickelt es viel Ammoniak. Nach Winkler soll dieser bitter schmeckende Stoff mit dem Chinabitter identisch seyn.

H. K.

Essence d'Orient, Perlentinctur, Perlenessenz. Die mit Wasser höchst fein zerriebenen Schuppen eines kleinen Weißfisches (*Cyprinus alburnus*; *Ablette*), welche zum Ausfüllen dünner Glaskügelchen dienen, wodurch die ächten Perlen täuschend nachgeahmt werden.

S.

Essenz (*Essentia*). Von *esse* abgeleitete Benennung gewisser pharmaceutischer Präparate, meist weingeistiger Auszüge, um anzudeuten, dass in denselben nur die wirksamsten und wesentlichen Bestandtheile eines Stoffes aufgenommen sind, während Stärke, Gummi, Eiweiß, Faser u. s. w. ungelöst blieben. *Quintessenz* ist nur die Verstärkung des Ausdrucks von derselben Bedeutung. Während man früher Essenzen und Tincturen unterschied, indem man unter ersteren dunkel gefärbte und unter letzteren helle Auszüge begriff, sind beide Benennungen gleichbedeutend geworden, die erstere wird jedoch seltener gebraucht. Auch auf nicht pharmaceutische Präparate wurde die Benennung Essenz ausgedehnt, z. B. Punschessenz, um anzudeuten, dass darin alle wesentlichen Bestandtheile dieses Getränkes enthalten sind. Im Französischen hat *Essence* noch die Nebenbedeutung, flüchtiges Oel, z. B. *Essence de bergamottes*, Bergamottöl.

S.

Essig s. Essigfabrikation.

Essig, destillirter s. Essigsäure.

Essigaal s. Essigfabrikation.

Essigäther (*Essignaphta*, essigsäures Aethyloxyd). Verbindung von Essigsäure mit Aether. Entdeckt im Jahr 1759 von Lauragais. Formel: $C_8H_{16}O_4 = (C_4H_{10}O + C_4H_6O_3) = AcO + \bar{Ac}$.

Zusammensetzung:

1 At. Essigsäure . .	637,92	57,95
1 " Aether	462,88	42,05
<hr/>		
1 At. Essigäther . .	1100,80	100,00
oder:		
8 At. Kohlenstoff . .	600,96	54,59
16 " Wasserstoff . .	99,84	9,07
4 " Sauerstoff . . .	400,00	36,34
<hr/>		
1 At. Essigäther . .	1100,80	100,00
In Gasform:		
$\frac{1}{2}$ Vol. Essigsäuredampf =	1,7624	
$\frac{1}{2}$ " Aetherdampf . . =	1,2786	
<hr/>		
1 Vol. Essigätherdampf =	3,0410	

Der Essigäther ist ein farbloses dünnflüssiges Liquidum von angenehm ätherartigem und erfrischendem Geruch und brennendem Geschmack. Sein spec. Gewicht ist nach Thénard bei $7^{\circ} = 0,866$, nach anderen Angaben beträgt es 0,88 bis 0,89. Er siedet unter gewöhnlichem Luftdruck bei 74° , und das spec. Gewicht seines Gases ist nach dem Versuche = 3,06. Er lässt sich leicht entzünden und verbrennt mit saurem Geruch und unter Zurücklassung eines essigsäurehaltigen Wassers. Im reinen Zustande erleidet er an der Luft keine Veränderung, bei einem Gehalt an Wasser soll er dagegen nach und nach sauer werden. Von Wasser erfordert er sein $7\frac{1}{2}$ faches Gewicht zur Auflösung; durch Beimischung von Weingeist wird seine Löslichkeit in Wasser beträchtlich vermehrt. Mit Weingeist und mit Aether ist er in allen Verhältnissen mischbar. Beim Schütteln mit Chlorcalcium löst er dasselbe auf und erstarrt damit nach J. L. zu einer Masse von Krystallen, die eine chemische Verbindung von Essigäther und Chlorcalcium sind, und durch Erwärmen unter Beibehaltung ihrer Form, sowie durch Behandlung mit Wasser in diese Bestandtheile zerfallen. Er löst auch manche andere Salze und Säuren, Schwefel, Phosphor, Oele, Harze und andere Körper auf. Durch Kochen mit einer weingeistigen Alkalilösung wird er zersetzt und bildet Alkohol und essigsäures Alkali. Beim Erhitzen mit Kalikalk bildet er unter Entwicklung von Wasserstoffgas essigsäures Kali. Durch Einwirkung von Kalium auf Essigäther bildet sich nach Löwig und Weidmann eine weisse krystallinische Masse, aus welcher durch Destillation mit Schwefelsäure eine flüchtige Säure abgeschieden werden kann, die Silberoxyd in der Kälte auflöst, aber beim Erwärmen dasselbe unter Essigsäurebildung reducirt, also wahrscheinlich acetylige Säure ist.

Wird der Essigäther $= C_8H_{10}O_2$ mit Chlorgas behandelt, so verliert er im Anfange 2 Aeq. Wasserstoff, die sich in Salzsäure verwandeln, und nimmt dafür 2 Aeq. Chlor auf, so dass ein Körper von der Zusammensetzung $C_8H_{12}Cl_2O_4$ entsteht, welcher bereits im Art. Chlor-essigäther S. 197 beschrieben wurde, und als eine Verbindung von 2 At. Essigsäure mit 1 At. Acetylchlorid betrachtet werden kann (siehe S. 182). Lässt man auf diesen Körper im Sonnenlicht und in der Wärme anhaltend Chlor wirken, so wird ihm nach Leblanc der Wasserstoff allmählig Aeq. für Aeq. entzogen und durch Chlor ersetzt, so dass nach einander besondere Verbindungen von der Zusammensetzung $C_8H_{10}Cl_6O_4$, $C_8H_8Cl_8O_4$, $C_8H_6Cl_{10}O_4$, $C_8H_4Cl_{12}O_4$, $C_8H_2Cl_{14}O_4$, $C_8Cl_{16}O_4$ gebildet werden. Die so entstandenen Producte, deren Darstellungsart indess nicht bei allen ihre ungemengte Beschaffenheit verbürgt, sind, mit Ausnahme der Verbindung $C_8H_2Cl_{14}O_4$, welche krystallisirbar ist, liquid und werden durch Alkalien unter Bildung von Chlorkalium und chlorhaltigen Säuren, unter denen auch Chloressigsäure ist, zersetzt. Die letzte Verbindung $C_8Cl_{16}O_4$, der sogenannte Ueberchlor-essigäther, entsteht durch sehr lange Behandlung mit Chlorgas im directen Sonnenlicht und bei 110° , sowohl aus dem essigsäuren, wie aus dem chloressigsäuren Aethyloxyd. Um ihn rein zu erhalten, wird die Flüssigkeit, nachdem sie durch einen Strom Kohlensäuregas von Chlor und Salzsäure möglichst befreit worden, mit Wasser vermischt, und das dadurch ausgeschiedene ölige Product, welches ein Gemenge von Ueberchlor-essigäther, Chlorkohlenstoff und anderen Körpern ist, rasch mit Wasser gewaschen und im Vacuo getrocknet, worauf man es einige Zeit auf 200° erhitzt. Chlorkohlenstoff und andere Beimengungen wer-

den dadurch verflüchtigt mit Zurücklassung von Ueberchloroessigäther. Er ist ein öliges Liquidum von brennendem Geschmack und chlorähnlichem Geruch. Sein spec. Gewicht ist = 1,79 bei 25°. Er siedet bei 245°, scheint sich aber dabei zu zersetzen. Frisch bereitet reagirt er nicht sauer und fällt nicht Silbersalze, aber an feuchter Luft und durch Behandlung mit Wasser verwandelt er sich mit 2 At. desselben in Salzsäure und Chloroessigsäure, die bei seiner Aufbewahrung in feuchter Luft oft in großen Krystallen sich ausscheidet. Mit Weingeist bildet er Salzsäure und chloroessigsäures Aethyloxyd. In Berührung mit Ammoniak zersetzt er sich mit 2 Aeq. desselben in Salzsäure und Chloracetamid. Durch ein glühendes Rohr geleitet, zersetzt er sich unter Bildung des Chloraldehyds von Malaguti. Bei fortgesetzter Behandlung mit Chlor im Sonnenlicht und bei höherer Temperatur geht er in Chlorkohlenstoff, C_2Cl_6 , und Chloraldehyd, $C_2Cl_2O_2$, über ¹⁾.

Der Essigäther entsteht in sehr vielen Fällen, wo Essigsäure im Moment ihrer Bildung oder ihrer Abscheidung aus einer andern Verbindung auf Alkohol wirkt, so namentlich bei Behandlung des Alkohols mit Chlor, Salpetersäure und anderen oxydirenden Substanzen (Th. I., S. 208 u. f.), wobei die aus einem Theile des Alkohols gebildete Essigsäure mit einem andern Theil desselben Essigäther bildet. Sein Vorkommen in manchen Weinsorten und dem durch Destillation daraus gewonnenen Franzbranntwein, in welchem er durch den Geruch sich zu erkennen giebt, beruht auf einer solchen Bildungsweise. Nach J. L. entsteht er in beträchtlicher Menge, wenn in eine weingeistige Auflösung von essigsaurem Kali Kohlensäuregas geleitet wird. Langsam und in geringer Menge wird er gebildet, wenn man concentrirte Essigsäure und Alkohol mit einander mischt, und das Gemisch wiederholt destillirt. Weitrascher erfolgt seine Bildung, wenn man diesem Gemisch zugleich 10 — 15 Proc. concentrirter Schwefelsäure hinzufügt. Um ihn darzustellen, ist es jedoch vortheilhafter, ein essigsaures Salz mit Alkohol und überschüssiger Schwefelsäure zu destilliren. Man nimmt dazu nach J. L. 16 Th. Bleizucker, welcher auf die im Art. Essigsäure angegebene Art zuvor entwässert wurde, $4\frac{1}{2}$ Th. wasserfreien Alkohol und 6 Th. concentrirter Schwefelsäure, oder, bei Anwendung von essigsaurem Natron, auf 10 Th. des krystallisirten Salzes 6 Th. Weingeist von 80 bis 85 Proc. Alkoholgehalt und 15 Th. concentrirter Schwefelsäure. Bei Anwendung von wasserfreiem Alkohol und wenn das Salz zuvor entwässert wird, kann in letzterem Fall die Menge der Schwefelsäure beträchtlich geringer seyn. Wahrscheinlich ist es am besten, die Schwefelsäure in solchem Verhältniss zu nehmen, dass das Alkali in zweifach schwefelsaures Salz verwandelt wird, und dabei noch eine gewisse Menge freier Schwefelsäure bleibt. 14 Th. Schwefelsäure auf 10 Th. des entwässerten Salzes würden einem solchen Verhältniss entsprechen. Nach Thénard, Mitscherlich u. A. wird indess nur etwas mehr Schwefelsäure angewendet, als zur Bildung von neutralem schwefelsauren Salz erforderlich ist, nämlich 7 Th. Schwefelsäure und 8 Th. wasserfreier Alkohol auf 10 Th. entwässertes essigsaures Natron oder 12 Th. essigsaures Kali. Das zerriebene Salz wird in jedem Fall in einer Retorte mit dem vorher wieder erkalteten Gemisch aus Alkohol und Säure übergossen, und die Mischung mit abgekühlter

¹⁾ Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. X. p. 197. Journ. de pharm. 3. Sér. T. IX. p. 15.

Vorlage so lange destillirt, als noch eine ätherartig riechende Flüssigkeit übergeht. Das Destillat ist Essigäther, gemengt mit mehr oder weniger Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und schwelliger Säure. Es wird mit Kalkhydrat oder einer concentrirten Lösung von kohlenstoffsaurem Natron geschüttelt, bis die saure Reaction verschwunden ist, dann von der wässerigen Flüssigkeit, auf welcher es schwimmt, getrennt, und mit geschmolzenem Chlorcalcium in Berührung gebracht, welches den Alkohol und das Wasser aus der Flüssigkeit wegnimmt, und damit auf dem Boden des Gefäßes eine dickliche Auflösung bildet. Nach wiederholter Behandlung mit Chlorcalcium, bis dasselbe in der Flüssigkeit trocken bleibt, wird letztere zur Trennung von aufgelöstem Chlorcalcium destillirt, wobei der beigemischte Aether vorzüglich im Anfange übergeht. Zur Entfernung des letzteren wird endlich die destillirte Flüssigkeit so lange auf 40° erwärmt, bis eine Probe davon bei 74°, dem Siedepunkt des reinen Essigäthers, in's Kochen geräth.

Der Essigäther wird als Arzneimittel angewendet, gewöhnlich in Vermischung mit seinem zwei- oder dreifachen Gewicht Weingeist als *Spiritus acetico-aethereus*. Man benutzt ihn ferner, um dem gewöhnlichen Branntwein den Geruch des ächten Franzbranntweins zu ertheilen, und dadurch denselben nachzuahmen, indem man ihn in geringer Menge dem Branntwein hinzufügt. Er wird dazu im Großen dargestellt, mit Anwendung einer Destillirblase und eines großen Ueberschusses an Weingeist, so dass der für diesen Zweck dargestellte Essigäther eigentlich ein Gemisch von Essigäther und Weingeist ist.

Schn.

Essigbilder s. Essigfabrikation.

Essigfabrikation. Was man im gewöhnlichen Leben Essig nennt, ist eine künstlich erzeugte saure Flüssigkeit, und zwar im Wesentlichen eine verdünnte Auflösung von Essigsäure (siehe d. Art.) in Wasser. Insofern der Essig neben anderen Verwendungen noch ganz besonders bei der Zubereitung der Speisen und als Zusatz zu denselben, mithin als Genussmittel dient, ist sein Verbrauch ein allseitiger und höchst bedeutender, der durch einen nicht minder ausgedehnten Industriezweig, die Essigfabrikation, befriedigt wird. Dieser Zweig, auch wohl Essigsiederei oder Essigbrauerei genannt, ist also in der Hauptsache eine fabrikmässige Erzeugung von Essigsäure im verdünnten Zustande.

Je nach dem Material, woraus die Essigsäure durch den Chemismus der praktischen Essigbildung erzeugt wird, lassen sich zwei ganz verschiedene Zweige dieses Betriebs unterscheiden: 1) die Gewinnung des Essigs durch trockene Destillation des Holzes, 2) die Erzeugung des Essigs aus dem Alkohol geistiger Flüssigkeiten.

Die Herstellung des Tafelessigs aus den flüchtigen Producten der trockenen Destillation des Holzes ist wegen der hartnäckig anhängenden empyrenmatischen Stoffe ein so umständlicher und schwieriger Reinigungsprocess, dass er gegenwärtig nur in Großbritannien — wo der bequemere und sonst viel wohlfeilere Weg der Essiggewinnung aus Flüssigkeiten in der enormen Steuer ein fast unübersteigliches Hinderniss hat — mit Vortheil ausgeführt werden kann, wie denn daselbst auch in sehr großem Maafsstabe geschieht. Das Nähere über diesen Gegenstand wird in dem Artikel Holzessig im näheren Zusammenhange mit den verwandten Materien abgehandelt werden. Im Nachstehenden dagegen

wird ausschließlich von der Gewinnung des Essigs aus Alkohol die Rede seyn.

In dem Artikel: Essigsäure ist gelehrt worden, dass diese Säure ein Oxydationsproduct des Alkohols ist. Der Alkohol oder Weingeist als solcher nimmt unter den gewöhnlichen Umständen keinen Sauerstoff aus der Luft auf, es sey denn, dass ein anderer Körper als Vermittler in's Spiel kommt, z. B. fein zertheiltes Platin. Die Kostspieligkeit des Platins ist der Anwendung dieser Methode in der Praxis bisher entgegen gewesen; doch soll dem Vernehmen nach jetzt eine Fabrik in Nordhausen die Essig- (Essigsäure-) gewinnung mittelst Platinmohr in größerem Maasstabe ausführen, worüber aber Näheres nicht bekannt geworden. — In einer gewissen Verdünnung mit Wasser, und zwar in viel stärkerem Verhältniss, als dem gewöhnlichen Branntwein entspricht, absorbirt der Alkohol — unter Bedingungen, die unschwer zu erfüllen sind — den Luftsauerstoff sehr energisch; dies ist die Sphäre, in welcher sich die Essiggewinnung auf dem Continent ausschliesslich bewegt. Sie ist, in ihrer weitesten Bedeutung definiert, die unmittelbare Oxydation einer verdünnten alkoholischen Flüssigkeit durch den Sauerstoff der Luft.

Um die fabrikmässige Umwandlung des Alkohols in Essigsäure gehörig verstehen zu können, muss man sich vor Allem über das Besondere und die Statik des chemischen Vorgangs dieser Umwandlung, und über die Bedingungen Rechenschaft geben, von denen dieselbe abhängt.

Bekanntlich nimmt 1 Aeq. Alkohol = $C_4H_{12}O_2$ zunächst 2 Aeq. Sauerstoff auf, und bildet damit 2 Aeq. Wasser = $2H_2O$ und 1 Aeq. Aldehyd = $C_4H_8O_2$; der letztere bindet aber unter den gewöhnlichen Umständen sogleich 2 weitere Aeq. Sauerstoff, und wird zu 1 Aeq. Essigsäurehydrat = $C_4H_8O_4 = C_4H_6O_3 + 1 \text{ aq. } ^1$.

Die Statik dieses Processes stellt sich nach den Gewichts-Verhältnissen der Aequivalente so, dass 575 Gew.-Thle.²⁾ Alkohol im Ganzen 400 Gew.-Thle. Sauerstoff aufnehmen, und nacheinander erst 550 Gew.-Thle. Aldehyd, zuletzt 750 Gew.-Thle. Essigsäurehydrat bilden, abgesehen von dem gleichzeitig entstehenden Wasser. Es sind daher zur Umwandlung von 1000 Gr. Alkohol der Theorie nach, 694 Gr. Sauerstoff erforderlich, welche (bei 0° und dem Normal-Barometerstand) 2,31 Cub.-Metr. Luft entsprechen — und werden 1304,3 Gr. Essigsäurehydrat = 110,9 Gr. wasserfreie Essigsäure gebildet. Um diese Betrachtung auf den praktischen Maassstab zurückzuführen, mögen folgende Ziffern als Anhaltspunkt dienen.

1 Ohm Branntwein (= 150 Kilogr.) zu 50 Proc. Tralles, welche 42,5 Gew.-Proc oder 63,75 Kilogr. Alkohol enthält, liefert der Theorie nach 9,84 Ohm Essig zu 5 Proc. Essigsäurehydrat, und verbraucht dazu den Sauerstoff von 147 Cub.-Metr. Luft; ebenso bedarf man zu 1 Ohm Essig von derselben Stärke, welche 161 Kilogr. wägt und 8,05 Kilogr. Essigsäurehydrat enthält, 0,1016 Ohm Branntwein zu 50 Proc. Tralles und 4,29 Kilogr. Sauerstoff = 14,3 Cub.-Metr. Luft (bei den Normalzuständen). —

¹⁾ Früher, bevor diese Umwandlung durch Döbereiner und Liebig genauer studirt und bekannt geworden, war man in der irrigen Idee befangen, der Alkohol zerlege sich mit dem Sauerstoff der Luft in Kohlensäure, Wasser und Essigsäure, während die erstere doch erfahrungsmässig nicht auftritt.

²⁾ 1 Aeq. Kohlenstoff = 75.

Der Alkohol durchläuft also bei der Essigbildung zwei Stadien, das des Aldehyds und das der Essigsäure; dieser Umstand ist für die Praxis von Bedeutung, insofern der Essigbildungsprocess, unter gewissen eben nicht seltenen Umständen, bei der ersten Stufe, der Aldehydbildung, stehen bleibt, und alsdann in den Fabriken Erscheinungen eintreten, die eben durch das Auftreten dieses Körpers charakterisirt sind. Beim regelmäßigen Verlauf der Essigbildung wird der Aldehyd in dem Augenblicke seiner Bildung auch zu Essigsäure, so dass er eigentlich als solcher gar nicht entwickelt wird und der Beobachtung vollständig entgeht.

Die Umwandlung einer alkoholhaltigen Flüssigkeit in Essig setzt die Erfüllung folgender Grundbedingungen voraus, ohne welche sie gar nicht, oder nur unvollkommen von Statten gehen kann.

1) *Gehörige Verdünnung.* Erfahrungsmäßig muss der Alkohol wenigstens mit seinem 9fachen Gewichte Wasser verdünnt seyn, oder darf höchstens 10 Proc. der Flüssigkeit betragen. Uebersteigt er dieses Verhältniss, so wird die Essigbildung erschwert und alsbald unmöglich; sie geht bei jedem geringeren Verhältniss aber mit gleicher Leichtigkeit vor sich. Man wird jedoch in der Praxis die Quantität des Alkohols oder die Stärke der Flüssigkeit so berechnen, dass sie keinen schwächeren Essig liefert, als verlangt wird.

2) *Ein Wärmegrad zwischen 10° und 30° R.* Steigt die Temperatur über 20° R., so wird dadurch anfangs der Process sehr befördert, bis beiläufig zur angegebenen Grenze von 30° R.; über diese hinaus nimmt die Intensität ab, bis zu noch höheren Temperaturgrenzen, wo die Essigbildung unmöglich wird. Temperaturgrade über 30° R. haben noch das gegen sich, dass dabei zu viel Alkohol verdunstet, bevor oder während er in Essig übergeht.

3) *Hinreichender Luftzutritt zur alkoholischen Flüssigkeit und möglichst ausgedehnte Berührung zwischen beiden.*

Sowie bei allen Erscheinungen im Bereiche der Gährung und Verwesung, so sind auch hier gewisse Stoffe bedeutende und energische Beförderer der Essigbildung, also gewissermaßen Essigfermente, ohne deshalb entfernt als Bedingung derselben gelten zu können. In der Praxis ist es hauptsächlich Essigmutter (s. w. u.); mit Essig getränktes Holz, Späne, Schwarzbrot etc., bei denen man mit Vorliebe stehen geblieben ist.

Alle unbefangenen Praktiker sind indessen längst darüber einig, dass der Essig selbst, oder eine in der Essigbildung begriffene alkoholische Flüssigkeit bei weitem die kräftigsten Fermente sind, wie denn auch jene Mittel im Grunde nur mittelst des Essigs wirken, den sie in ihren Poren eingesaugt enthalten. —

Wenn auch in Gemäßheit der theoretischen Betrachtungen alle alkoholhaltigen Flüssigkeiten als Material zur Essigbereitung zulässig sind, so bleiben natürlich bei der Ausübung diejenigen ausgeschlossen, welche entweder schädliche oder sonst nachtheilige Substanzen enthalten. Das praktische Leben bietet jedoch eine nicht unbedeutende Auswahl von Materialien, die dieser Bedingung genügen, dabei aber vermöge ihres Ursprungs verschiedenartige Stoffe enthalten, die in das Product, verändert oder unverändert, übergehen und ihm den Charakter ertheilen, der die verschiedenen Essigarten des Handels unterscheidet. Die Materialien, die hierbei wesentlich in Frage kommen, sind die aus natürlichen oder künst-

lichen zuckerigen Lösungen, mittelst der geistigen Gährung erzeugten, alkoholischen Flüssigkeiten:

1) Der Wein. Er enthält neben den extractiven Stoffen, die ihm die gelbe oder rothe Farbe ertheilen, Gerbestoff, stickstoffhaltige Substanzen, mehrere Salze, hauptsächlich saures weinsaures Kali (die Rheinweine) und das Aroma, welches seinen specifischen Geruch und Geschmack bedingt. Der daraus erzeugte Essig, der ächte Weinessig, zeichnet sich durch seinen sehr angenehmen, weinigen Nebengeschmack, einen Gehalt an Weinsäure und einen in der Regel hohen Gehalt an Essigsäure aus.

2) Obstwein aus Aepfeln oder Birnen ertheilt dem daraus bereiteten Obst- oder Cideressig neben anderen einen Gehalt an der ihm eigenthümlichen Aepfelsäure und verschiedenen Salzen.

3) Bier oder Malzwein (s. d. Art. Bierbrauerei), ein gegohrener Malzauszug, welcher neben seinem Alkoholgehalt mit allen denjenigen Substanzen behaftet ist, die in dem angegebenen Artikel näher erörtert sind, nämlich noch unzersetzter Zucker, Schleim, Gummi, färbende Extractivstoffe, stickstoffhaltige (Protein-) Körper, sowie phosphorsaure und andere Salze. Für die Essigbereitung ist es durchaus nicht nothwendig, dass der Malzauszug gekocht und gehopft wird, da diese Operationen auf einen Zweck — nämlich die Haltbarkeit und den Wohlgeschmack des Bieres — abzielen, der hier gänzlich wegfällt. In den vielen Fällen jedoch, wo man abgestandenes, sauer gewordenes Bier zu Essig verwerthet, werden aufser den bereits angeführten Substanzen noch das Hopfenaroma und der Hopfenextract in den Bieressig übergehen.

4) Abfälle, die sich zuweilen bei der Hefen-, Stärke- und Zuckerfabrikation als Press- oder Waschlüssigkeiten ergeben, deren Zuckergehalt sich am besten als Essig verwerthen lässt.

5) Der Branntwein ist vermöge seiner Erzeugung durch Destillation von extractiven Stoffen so weit frei, als er diese nicht während seiner Aufbewahrung und Versendung aus dem Holze der Fässer aufnimmt. Dagegen nehmen diejenigen flüchtigen Stoffe an dem Branntweinessig, oder wie er auch heisst, künstlichen Weinessig, Theil, welche man gewöhnlich mit der Bezeichnung: Fuselöl umfasst; Stoffe, welche bekanntlich bei dem Getreidebranntwein von anderer Natur sind, als bei dem Kartoffelbranntwein. Der Branntwein ist das Material, welches gegenwärtig wohl die grösste Menge Essig liefert.

Wie man sieht, sind es im Grunde zwei landwirthschaftliche Erzeugnisse, welche indirect den Rohstoff der Essigbereitung abgeben: das Stärkemehl, welches die Zucker- und Alkoholbildung (bei Bier, Malzwein und Branntwein), und der Zucker, welcher die geistige Gährung allein durchläuft (bei Trauben- und Obstwein etc.). Die Verschiedenheit der geistigen Flüssigkeiten nach ihren Bestandtheilen hat auf die technische Ausführung der Essigbildung so gut wie keinen Einfluss; aber einen um so grösseren auf die Beschaffenheit des daraus erzeugten Essigs. Am meisten macht sich dieser Einfluss auf die Farbe, auf den Geschmack und die Stärke des Essigs geltend. Der aus Branntwein bereitete Essig nähert sich am meisten einem Gemisch aus reiner Essigsäure mit Wasser; am stärksten entfernt sich davon der aus Bier oder Malzwein bereitete. Nicht selten pflegt man übrigens aus geringen Bieren oder Obstwein, durch Zusatz einer gewissen Menge Branntwein, einen stärkeren Essig zu

erzielen, als diese an und für sich aus ihrem eigenen Alkoholgehalte zu liefern vermögen.

Die bekannte Beobachtung, dass schwache geistige Getränke, besonders wenn sie noch Hefentheile oder doch Pflanzenleim und andere Albuminoide enthalten, die in ihrer Abscheidung als Hefe begriffen sind, — wenn diese Getränke also unter dem Einfluss von Fermenten stehen — allmählig sauer werden und in Essig übergehen, hat offenbar die Veranlassung zu der, Jahrhunderte hindurch herrschenden Methode der Essiggewinnung gegeben. Sie ist in der That nur die absichtliche Einleitung und Entwicklung desjenigen Vorgangs, den sonst nur der Zufall hervorrief, nachdem man gefunden hatte, dass das freiwillige Sauerwerden jener Getränke in der heißen Jahreszeit und in offenen oder schlecht verschlossenen Gefäßen am leichtesten Platz greift; so entnahm die Essigbereitungskunst ihre Handgriffe einfach aus dieser Erfahrung, und setzte die für ihre Zwecke bestimmten Flüssigkeiten zugleich der Wärme und dem Luftzutritte aus. Wenn nun auch damit die wesentlichen Bedingungen gegeben, und eine vollständige Umwandlung des Alkohols in Essigsäure möglich war, so waren doch diese Bedingungen so beschränkt und die wirkenden Kräfte entbehrten so sehr eines freien Spielraumes, dass die Vollendung des bezweckten Processes eines unverhältnissmäßig langen Zeitraumes bedurfte. Man unterscheidet daher dieses »ältere Verfahren«, welches so lange bekannt ist, als der Wein und sein freiwilliges Sauerwerden, sehr passend als die langsame Methode.

Nachdem dieselbe in späteren Epochen einige Verbesserungen erfahren hatte, z. B. durch Boerhave, so erfasste in der neueren Zeit die Wissenschaft — die mittlerweile auf dem Gebiete der organischen Natur mit Macht vorgedrungen war und daselbst Boden gefasst hatte — diesen Gegenstand mit Nachdruck. Kaum hatte die Forschung in diesem Fache den Chemismus der Essigbildung durchdrungen, kaum hatte sie die Bedingungen des Processes in's Klare gebracht, das Wesentliche vom Unwesentlichen gesichtet, das Qualitative von den irrtümlichen Ansichten befreit und das Quantitative festgestellt, als auch schon die Praxis (durch Wagemann und Schützenbach) sich der errungenen Wahrheiten bemächtigte und die Essigfabrikation auf einen rationellen Betrieb zurückführte. Dieses neue Verfahren beruht nach wie vor auf einen und demselben Princip, wie das alte, die Verbesserung, die es enthält, liegt einzig und allein in der Methode; es charakterisirt sich in seinem Erfolg wesentlich durch Zeitgewinn, und heisst darum die Schnellessigfabrikation.

Die ältere oder langsame Methode.

Da in früheren Zeiten keine andere Methode bekannt war, und aller Essig aus Wein bereitet wurde, so erklärt sich hieraus sehr natürlich, warum sie in denjenigen Gegenden, welche von Alters her wegen ihres Essigs im Rufe stehen, noch beinahe ausschließlich gebraucht wird. Sie ist die eigentliche Methode für den ächten Weinessig, z. B. in Frankreich für den berühmten Orleansessig etc. Indessen ist sie auch, aber keineswegs so allgemein, für alle übrigen Essigarten in Anwendung. Es gehören zu diesem einfachen Betriebe vor Allem geeignete Locale und zur Essigbildung passende Gefäße.

Das Local, oder die »Essigstube« muss neben denjenigen Anforderungen, die sich von selbst verstehen, als: Trockenheit, gehöriger

Schluss der Thüren und Fenster, Geräumigkeit, etc. auch so eingerichtet und gelegen seyn, dass sich dariu diejenige Temperatur zu jeder Jahreszeit und jeder Witterung leicht erhalten lässt, welche die Essigbildung erheischt. Wenn diese auch bei allen Temperaturen zwischen 10° und 30° R. erreicht werden kann, so haben sich doch erfahrungsmässig (aus oben namhaft gemachten Gründen) die engeren Grenzen von 20° oder 22° R. bis 26° oder 28° R. als die vortheilhaftesten bewiesen. Wenn auch ein Grad mehr oder weniger keinen unmittelbaren Nachtheil bringt, wenn auch in vielen Fabriken wegen der nächtlichen Unterbrechung der Arbeit die Temperatur periodisch um mehrere Grade sinkt, ohne dass der Fortgang des Processes dadurch unterbrochen wird, so ist es doch durchaus rathsam, solche Abwechslungen und Unterbrechungen — welche stets störend wirken — so weit es der Betrieb irgend erlaubt, zu vermeiden und auf die Erhaltung einer stetigen, gleichbleibenden Temperatur hinzuwirken. Zu dem Ende muss die Essigstube wo möglich gegen Mittag gelegen und heizbar seyn. Weil durch die Säuerung die Luft ununterbrochen entsauerstofft wird, so ist es zweckmässig, die Heizung so einzurichten, dass das Feuer seinen Zug von innen, also aus dem Zimmer empfängt und so den nöthigen Luftwechsel bedingt. Weil ferner ganz ausdrücklich eine stetige Wärme erforderlich wird, so sind nicht eiserne, schnell heizende, sondern thönerne, langsam aber dauernd heizende Oefen die passenden, deren Masse alsdann im richtigen Verhältniss zum Raum der Essigstube stehen muss. —

Die Gefässe, worin die Essigbildung vor sich geht, sind zuweilen große steinerne (thönerne) Töpfe, mit etwas zusammengezogener aber ziemlich weiter Oeffnung, aber bei weitem am gewöhnlichsten und fast allgemein hölzerne Fässer.

Sind die Fässer neu, so müssen sie vorher sorgfältig durch längeres Einweichen in kaltes Wasser, oder durch wiederholtes Ausbrühen mit heißem Wasser, oder Dampf ausgelobt, d. h. von den extractiven, gerbenden Stoffen des (Eichen-) Holzes befreit und wieder getrocknet werden. Die Fabrikanten ersparen sich aber diese Mühe in der Regel dadurch, dass sie keine neuen, sondern sogenannte „weingrüne“, d. h. Fässer anwenden, worin längere Zeit Wein oder Branntwein gelagert gewesen. Diese sind dadurch ausgelobt und die an die Stelle der extractiven Materien in den Poren des Holzes getretenen Stoffe wirken eher verbessernd, keinesfalls schädlich auf die Güte des Essigs. Bei der Größe der zu wählenden Fässer kommt der Umstand in Betracht, dass die Essigbildung fast ausschließlich von der Oberfläche der Flüssigkeit ausgeht. Bei sehr großen Fässern ist der Spiegel der Flüssigkeit zu klein im Verhältniss zu ihrem Volum; wird dieselbe Flüssigkeitsmenge in eine entsprechende Zahl sehr kleiner Fässer vertheilt, so gewinnt sie dadurch stark an Oberfläche, aber das Füllen und die sonstige Handhabung so vieler Gefäße wird zu unständiglich und mühsam. Endlich ist es an Raum und Fassholz kostspieliger, dieselbe Flüssigkeit in viele kleine, als in wenige große Fässer unterzubringen. Die Erfahrung hat nun an die Hand gegeben, dass man mit Fässern von 5 bis 15 Cub.-F. d. h. von 1 bis 3 Ohm Gehalt, am besten fährt. Solche Fässer werden zuvor eingesäuert, d. h. mit gutem siedendheißem Essig vollständig getränkt und dann reihenweise neben einander auf die Lagerbalken aufgestapelt, den Spund gerade nach oben. —

Mittlerweile heizt man die Essigstube ein und bereitet die Flüssigkeit vor, welche zur Essigbildung bestimmt ist, sie heisst in der Kunstsprache das »Essiggut«, oder bei der Essigbereitung mit Branntwein »die Mischung«, wenn man mit letzterem arbeitet, so ist dieser nach folgenden Verhältnissen zu versetzen.

- | | | |
|---------|---|----------|
| 1 | Maafstheil gewöhnlicher Branntwein von 48 bis 50 Proc. | Tr a II. |
| 6 bis 7 | » » reines Wasser | |
| 2 | » » guter Essig (fertiger) der zu erzeugenden Qualität. | |

Es wird vielfach behauptet, dass sogenanntes hartes, d. h. Erdsalze enthaltendes, Wasser die Essigbildung ungemein hemme. Obgleich dagegen zahlreiche Erfahrungen sprechen, so wird man doch jederzeit gut thun, Regen- oder Flusswasser zu nehmen und besonders solches zu vermeiden, welches kohlen-saure Salze enthält, die einen kleinen Theil der Essigsäure neutralisiren. Der Zusatz von fertigem Essig dient als Ferment, um den Process zu beschleunigen. Diese Mischung wird auf die Temperatur der Essigstube erwärmt oder so lange darin liegen gelassen, bis sie diese angenommen hat, und in die Fässer vertheilt; Wein, Bier, Obstwein, Malzwein werden gerade so behandelt, oder unter Umständen vorher mit etwas Branntwein versetzt.

In keinem Falle darf die Essigmischung mehr als $\frac{3}{4}$, oder höchstens $\frac{1}{3}$ vom Inhalte des Fasses betragen, wenn sie der einwirkenden atmosphärischen Luft noch hinreichend Oberfläche darbieten soll. Die Spundöffnung des Fasses bleibt offen und wird nur lose mit einem Schieferstein bedeckt, um das Hineinfallen von Unreinigkeiten zu verhüten. Hiermit sind die Vorbereitungen und die Hauptvorrichtungen geschehen und die Essigbildung geht nun — bis auf das Einheizen in der Essigstube, ohne weiteres Zuthun vor sich. Anstatt das ganze Quantum der Mischung in jedes Fass auf einmal einzutragen, pflegen manche Fabrikanten ein anderes und zwar rationelles Verfahren einzuschlagen, sie bringen nämlich in das Fass anfangs sämmtlichen als Ferment dienenden Essig und setzen diesem die geistige Flüssigkeit, anstatt auf einmal, vielmehr portionenweise nach und nach, z. B. immer je $\frac{1}{10}$ vom Ganzen zu, und warten so lange mit dem Zusatz der nächsten Portion, bis die vorhergehende in Essig verwandelt ist. Dieses Verfahren gewährt den doppelten Vortheil, dass die Luft auf eine Flüssigkeit zur Wirkung kommt, worin der Alkohol vertheilter oder verdünnter ist und dass die später zugefügten Antheile des Essiggutes unter dem Einfluss einer viel größeren Masse schon fertigen Essigs, also Fermentes, stehen und demnach mit viel größerer Energie die Säuerung eingehen. Es begreift sich ferner leicht, dass die in Essigsäuerung begriffene Flüssigkeit in den Fässern auf diese Weise allmählig auf einen hohen Grad des Säuregehaltes gebracht werden kann, wenn man zuletzt geradezu von Zeit zu Zeit etwas Branntwein zusetzt. Denn der Branntwein mit dem Inhalt des Fasses vermischt ist alsdann hinreichend verdünnt, um Essig zu werden, und findet reichlich Ferment vor, was nicht der Fall gewesen wäre, wenn man die ganze nach und nach eingetragene Alkoholmenge auf einmal als Essiggut eingetragen hätte. — Es liegt auf der Hand, dass durch die bloße Spundöffnung der Austausch der verdorbenen mit frischer Luft nur sehr langsam, fast nur mittelst der Diffusion vor sich gehen kann. Es ist darum ein weiterer Vortheil, den viele Fabrikanten benutzen, nämlich eine lebhaftere Strömung dadurch

hervorzubringen, dass man in einem oder beiden Böden des Fasses und zwar nahe über dem Spiegel der Flüssigkeit ebenfalls Oeffnungen anbringt. Die Luft strömt alsdann in diese Stirnöffnungen ein und aus dem Spundloch aus, während sie unterwegs ihren Sauerstoff mehr oder weniger an die Flüssigkeit zur Essigbildung abgibt, die sich nunmehr, wie gesagt, von selbst entwickelt und vollendet.

Man darf übrigens nicht übersehen, dass hierbei — wiewohl in secundärer Rolle — ein Umstand mitwirkt, ohne welchen dieser Vorgang entweder gar nicht in dieser Weise ausführbar seyn, oder doch unendlich viel langsamer verlaufen würde. Dieser Umstand ist die Vermehrung des specif. Gew. jeder geistigen Flüssigkeit, während sie sich in Essig verwandelt. In der That ergibt dies die nachstehende (aus Balling's Gährungschemie, B. IV. entlichene) Tabelle für 8 Fälle nach den nebenstehenden numerischen Werthen:

Gewichtsprocente		Specif. Gewicht		Zunahme des specif. Gew. bei der Essigbildung.
des Gemisches an Alkohol.	des Essigs an wasserfreier Essigsäure.	des verdünnten Branntweins.	des erzeugten Essigs.	
1	1,100	0,9982	1,00208	0,00388
2	2,185	9965	00403	00753
3	3,251	9948	00592	01112
4	4,312	9931	00773	01463
5	5,358	9914	00953	01813
6	6,382	9897	01134	02164
7	7,397	9878	01307	02527
8	8,399	9860	01481	02881

Der Cubikfuß einer Flüssigkeit also von 6 Proc. Alkohol wird durch dessen Umwandlung um beiläufig 1 Pfd. schwerer; dieses Uebergewicht erzeugt eine wohlthätige Strömung, indem die schwer gewordenen Essigtheile nach unten, die leichteren noch unveränderten Alkoholtheile nach oben streben, um das hydrostatische Gleichgewicht herzustellen. Dadurch werden alle Alkoholtheile allmählig an die Oberfläche, d. h. in's Bereich der Essigbildung geführt, welche von da aus allein ihren Ausgangspunkt hat.

Insofern die Essigbildung eine Oxydation, und jede Oxydation mit Entwicklung von Wärme verbunden ist, so entsteht die Frage, in wie weit — unter den gegebenen Umständen — die durch die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure frei werdende Wärme für die zu dem Process nöthige Temperatur hinreicht. Darüber giebt die Berechnung eines concreten Beispiels am besten Auskunft:

Angenommen man fabricire 5procentigen Essig aus Branntwein und Wasser, so ist je 1 Gew.-Thl. Alkohol in 25 Gew.-Thln. des Essiggutes enthalten; es entwickelt nun bei seiner Umwandlung in Essig jeder Gew.-Theil Alkohol so viel Wärme, dass damit die Temperatur der 25 Gew.-Thle. Essiggut um 85° C. erhöht werden könnte. Diese Temperaturerhöhung würde in der That eintreten, wenn die Essigbildung, also auch die Wärmeentwicklung in einem einzigen Moment vor sich ginge, sie würde sogar, sofern das Gemisch schon über 15° C. warm der Essigbildung überliefert wird, unfehlbar den Siede-

punkt übersteigen. Die Wärmeentwicklung vertheilt sich aber auf einen sehr langen Zeitraum; ist dieser, wie gewöhnlich, 6 Wochen, so kann die Temperatur während eines Tages durchschnittlich nur um 2° C., also bei weitem nicht auf die zur Essigbildung erforderliche Temperatur von 20 und mehr Graden, steigen. Da jene so geringe Temperaturerhöhung noch obendrein reichlich durch die Abkühlung aufgehoben wird, so erbellt dadurch die doppelte Nothwendigkeit des Heizens der Essigstube von selbst.

Während der Essigbildung beschlägt sich die untere Fläche der Schiefersteine, womit die Spunde bedeckt sind, mit Feuchtigkeit, was man als ein Merkmal der fortschreitenden Essigbildung, als einen Beweis betrachtet, dass die Fässer, wie man sagt, „gut arbeiten“. Es ist diese Erscheinung, welche von der Selbsterwärmung und der dadurch vermehrten Verdunstung im Innern der Fässer herrührt, auch in der That ein gar nicht zu verachtendes, obwohl empirisches Kennzeichen. Andere betrachten als solches die Ausscheidung des „Kahnsa“, d. h. durch den Oxydationsprocess unlöslich gewordener stickstoffhaltiger Körper, was jedoch nur bei Wein- oder Bier-, nicht Branntweinessig-gut gelten kann.

Da in der Praxis die Umstände und gerade die wesentlichen wie: Temperatur, Stärke des Essiggutes, Luftzutritt in die Fässer, Quantität des als Ferment dienenden fertigen Essigs, so vielfach wechseln, so kann schon von vorn herein eine bestimmte Angabe über die Dauer der Essigbildung nicht erwartet werden. Unter günstigen Umständen bei einer Temperatur von 30° und mehr können 14 Tage genügen; in der Regel sind 6 bis 8 Wochen nöthig und bei weniger aufmerksamem Betriebe bis doppelt so viel Zeit.

Wenn der Geschmack, die Abnahme oder das Erlöschen der chemischen Thätigkeit nach den genannten Kennzeichen, wenn endlich das specif. Gew. oder die Aräometergrade die erwünschte Reife zu erkennen geben, so wird der erzeugte Essig abgenommen, aber in jedem Fasse eine gewisse Quantität zurückgelassen, welche dem nächstfolgenden Ansatz als Ferment dient. Die Fässer werden nunmehr auf's Neue mit vorgewärmtem Essiggut angefüllt, gerade wie im Anfang, entweder portionenweise, oder auf einmal u. s. f.

Was den jedesmal abgenommenen Essig betrifft, so ist dieser nicht gerade als fertiger Essig zu betrachten, wenn er auch so verwandt werden kann und wirklich oft verwandt wird. Er wird nach dem gewöhnlichen und besseren Verlaufe nunmehr in grössere, sogenannte Lagerfässer gebracht und in einem gewöhnlichen guten Keller einige Wochen oder Monate gelagert. Die Erfahrung hat gelehrt, dass während des Lagerens der Essig zuvörderst an Klarheit, aber auch noch an Stärke und vorzüglich an Reinheit und Annehmlichkeit des Geschmackes gewinnt; der Essigbildungsprocess ist hier offenbar in einer, obgleich sehr verlangsamten, Fortwirkung begriffen, ehe er zur völligen Vollendung kommt. Es scheint mit einem Wort das Lagern des Essigs zur Essigbildung in demselben Verhältnisse zu stehen, wie die Nachgärung und das Reifen des Weins zur Mostgärung. — So sehr ein höherer Wärmegrad Bedingung für das Gelingen der eigentlichen Essigbildung ist, so sehr ist es denn auch der niedere Wärmegrad gewöhnlicher Keller für den guten Erfolg der Lagerung, weil fertiger Essig, in der Temperatur der Essigstuben gelagert, alsbald absteht, d. h. anderwei-

tige Veränderungen erfährt, welche unter Verschwinden der Essigsäure und unter Auftreten schleimiger Stoffe sich durch einen faden, widrigen und dumpfen Geschmack zu erkennen geben.

Gegen die langsame Methode der Essiggewinnung lässt sich nichts in Bezug auf die Güte des Productes einwenden; dagegen gereicht ihr, wie bereits bemerkt, der große Zeitverlust zum Vorwurf, der sich in der Praxis als ein doppelter Verlust von Zinsen herausstellt: nämlich zunächst des Betriebscapitals der eigentlichen Einrichtung; dann aber auch noch des Capitals, welches der Essigvorrath repräsentirt, den man zu halten gezwungen ist. Denn wenn z. B. das Essiggut einer Fabrik je 8 Wochen bedarf, um Essig zu werden, so muss der Fabrikant — um in der Zwischenzeit seine Kunden befriedigen zu können — einen entsprechenden Vorrath halten, womit sich freilich die Vortheile der Lagerung zum Theil verbinden lassen. Man verschafft sich nun durch eine einfache und naheliegende Maafsregel, die besonders in großen Etablissements gebräuchlich ist — schon viel freiere Hand. Man theilt nämlich die zur Essigbildung bestimmten Fässer der Essigstube in mehrere Classen, von denen jede in einem späteren Stadium des Processes begriffen ist; auf diese Art erhält man z. B. statt alle 8 Wochen, alle 8 Tage (aber natürlich nur den achten Theil so viel) fertigen Essig. Dadurch, dass alle Fässer nach einander in derselben Reihenfolge und in denselben Zeitabständen wieder beschickt werden, bleibt sich dieses Verhältniss immer gleich.

Auf ganz anderem Wege — der sich schon mehr der Schnelllessigfabrikation anschließt — hat Boerhave eine Beschleunigung der Essigbildung erreicht. Zum Boerhave'schen Apparat, ursprünglich zur Erzeugung von ächtem Weinessig bestimmt, gehören zwei gleiche aufrecht stehende, oben offene Fässer, die mit Weinkämmen oder sogenannten Razzen gefüllt werden; das eine ist zur Hälfte, das andere völlig mit Wein gefüllt. Nach einiger Zeit, also jeden Tag, oder jeden halben Tag, oder alle drei Stunden — kurz je öfter, je besser — wird die Ordnung umgekehrt und das erste Fass aus dem zweiten Fass vollgefüllt. Bei dem Ablassen der Hälfte des Weins aus diesem letzteren bleiben die freigewordenen Razzen mit der Flüssigkeit benetzt, während Luft in die Zwischenräume tritt. Die Folge davon ist eine sehr vermehrte Berührung der Luft durch die sehr vermehrte Oberfläche des Essiggutes und eine so vermehrte Beschleunigung des Processes, freilich mit größerem Aufwand an Arbeit, dass man nunmehr in einer Woche so viel fertig bringt, als sonst in vier. Im Allgemeinen enthält das Boerhave'sche Verfahren sehr deutlich den Weg zu denjenigen Verbesserungen angedeutet, die erst mit der

Schnelllessigfabrikation

zur vollen Entwicklung gekommen sind. Nachdem man aus den Beobachtungen von Davy und Döbereiner die Ueberzeugung geschöpft hatte, dass jedes einzelne Atom Alkohol mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung gewesen seyn muss, ehe es in Essigsäure übergehen kann; so folgerten sich daraus die Grundsätze für die Verbesserung der Methode, Essig zu erzeugen, von selbst. Man sah ein — wenn es möglich wäre, sämtliche Alkohol-Atome im Essiggute in einem und demselben Augenblicke mit einer hinreichenden Säuremenge in Berührung zu bringen —, dass auch alsdann die ganze Flüssigkeitsmasse in einem ein-

zigen Augenblicke zu Essig würde, und dass allgemein diese Verwandlung um so rascher vor sich gehen müsse, je mehr Alkoholtheilchen in derselben Zeit von dem nöthigen Sauerstoff erreicht werden können, vorausgesetzt, dass alle übrigen Bedingungen der Essigbildung dabei gewahrt sind. Die Idee, welche der Schnelllessigfabrikation zu Grunde liegt, ist daher auf diese zwei unzertrennlichen Punkte gerichtet: 1. möglichste Vergrößerung der Oberfläche der zu säuernden Flüssigkeit; weil aber bei vergrößerter Oberfläche die Flüssigkeit in derselben Zeit viel mehr Sauerstoff absorbiert, 2. auch ein in entsprechendem Verhältniss vermehrter Zutritt von Luft.

Die Vermehrung der Oberfläche wird bei der Schnelllessigfabrikation und zwar in sehr beträchtlichem Grade dadurch erreicht, dass man die Flüssigkeit in Gestalt eines Regens, also in Tropfen zertheilt, der Einwirkung der Luft darbietet. Von der Größe dieser Vermehrung kann man sich am besten durch Rechnung einen Begriff verschaffen: 1 Ohm Essiggut (= 317 Pfd.) bietet in einem der nachher zu beschreibenden Fässer, ruhig stehend, einen Spiegel von 7 Q.-F. dar. Gesezt, diese Flüssigkeitsmasse werde in Tropfen von 1 Linie Durchmesser zertheilt, so hat jeder Tropfen 3,14 Q. Lin. Oberfläche und die Flüssigkeit bildet 19 Millionen Tropfen mit einer Gesamtoberfläche von 5966 Q.-F.; die Berührung mit der Luft ist darum auf $\frac{5966}{7}$ = das 852fache vermehrt. Wenn die Luft daher bei der älteren

Methode 6 Wochen braucht, um dieses Quantum Essiggut zu säuern, so müsste sie bei der Zertheilung zu einem Regen in $1\frac{1}{5}$ Stunden damit fertig werden, was natürlich in der Praxis nicht erreicht wird, obwohl die Dauer der Säuerung immer auf Stunden beschränkt bleibt.

Die Vermehrung des Luftzutrittes bewirkt man durch einen steten und ziemlich lebhaften Luftzug, welcher dem in Tropfen von oben nach unten fallenden Essigute in aufsteigender Richtung entgegengeführt wird. Die Bewegung der Luft geschieht in der Regel vermittelt der Wärme nach dem Princip der Kamine, oder zuweilen mit Maschinen.

Das Nähere der Ausführung dieser Principien wird aus der Beschreibung der Fässer, welche zu den Zwecken der Schnelllessigfabrikation eingerichtet sind, hervorgehen. Sie heißen in der Kunstsprache »Essigbildner« und sind in der Fig. 82 und Fig. 83 dargestellt.

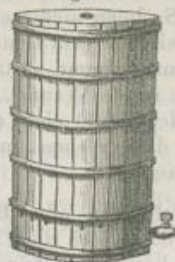
Zu einem Essigbildner lässt man vom Böttcher aus gutem eichenen oder tannenen Daubenholz cylindrische oder vielmehr sich eben so viel conisch verjüngende Bottiche anfertigen, dass die Reifen gut angezogen werden können. Sie kommen aufrecht zu stehen, das weitere Ende, welches offen bleibt, nach oben, das schmälere, mit einem starken Boden versehene, nach unten; gewöhnlich werden sie über manns-hoch gemacht, sogar bis 12 Fufs bei einer mittleren Weite von 3 oder 4 Fufs. Bei solchen Dimensionen sind Reifen von Bandeisen nicht gut zu entbehren; da sie jedoch von den sauren Dämpfen der Essigstube stark angegriffen werden, so ist es nothwendig, sie mit einem passenden Anstrich zu versehen. Der Sell'sche Asphaltfirniss von Offenbach leistet hierbei vortreffliche Dienste¹⁾.

¹⁾ Statt neuer Essigbildner nimmt man sehr häufig gebräuchte Wein- oder Bierstückfässer, denen der eine Boden ausgeschlagen wird.

Fig. 83.



Fig. 82.



Ungefähr 1 Fuß über dem Boden wird, auf angenagelte Vorsprünge, ein falscher Boden, der wie ein Sieb mit weiten Löchern durchbohrt ist, oder noch besser ein Rost von hochkantigen Latten eingesetzt. Der ganze Raum über diesem Lattenrost bis $\frac{1}{2}$ Fuß unter dem oberen Rande der Fässer wird mit Hobelspähnen von Buchenholz ausgefüllt. Es hat einige Schwierigkeit, diese Spähne so herzustellen, dass sie gehörig dem Zwecke entsprechen: sind sie zu dünn, so legen sie sich durch ihren eigenen Druck flach auf einander; sind sie zu dick, so bleiben sie von vorn herein flach und es geschieht dasselbe. Damit sie sich nun gehörig kräuseln und auf die Dauer locker auf einander geschichtet bleiben, so hobelt man sie am besten aus grünem Holz, welches am geschmeidigsten ist, und verändert die Stellung des Hobel-eisens, d. i. die Dicke der Spähne, so lange, bis sie gehörig gelockt erscheinen. Viele Fabrikanten ziehen es vor, die Spähne aus grünen Buchenklötzen mit der Handaxt zu hauen; solche Spähne bleiben schon um deswillen lockerer, weil sie von viel unregelmässigerer Gestalt ausfallen. Ueber diese 5 bis 6 Fuß mächtige Lage von Spähnen kommt ein zweiter Siebboden, ebenfalls auf angenagelte Vorsprünge, zu liegen, der durchweg mit Oeffnungen von der Weite einer Federspule versehen ist, die je 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander abstehen. Die Spähne und dieser Siebboden bilden zusammengenommen denjenigen Theil des Essigbildners, der die so wesentliche Zertheilung der Flüssigkeit bewirkt. In der That, wenn das Essiggut auf den Siebboden gegossen wird, so soll es sich in eben so vielen dünnen Strahlen, als dieser Oeffnungen hat, über die Spähne ergießen; diese aber sind dazu bestimmt, jeden einzelnen Strahl so zu brechen, dass er noch mehr zertheilt, sey es in feinen Tropfen, sey es in sehr dünnen Schichten über die Fläche der Spähne ausgebreitet, — allmählig von oben nach unten gelangt. Denn wären die Spähne nicht vorhanden, so würden die einzelnen Strahlen nicht nur nicht weiter vertheilt, sondern auch im freien ungehinderten Falle bei weitem zu schnell den Boden erreichen, als dass der Luft die gehörige Zeit zur Einwirkung gegönnt wäre. Die Spähne bezwecken daher dasselbe, was die Dornenwände bei der Salzgradirung bewirken, und es werden die Essigbildner darum auch recht passend

»Gradirfässer« genannt. — Es sind indessen einige Vorsichtsmaafsregeln vonnöthen, damit der obere Siebboden jene Zertheilung des Essiggutes in einzelne Strahlen auch wirklich hervorbringt. Zuvörderst ist zu verhindern, dass die Flüssigkeit nicht ihrer Hauptmasse nach zwischen dem inneren Rande des Fasses und den Spähnen niederschleift: zu dem Ende verkeilt man entweder die Fuge zwischen dem Rande des Siebbodens und dem Fasse mit Werg, oder man nimmt anstatt des Siebbodens besser einen flachen Bottich oder eine runde Wanne, deren Rand auf gleiche Höhe mit dem des Fasses reicht, und giebt diesem Bottich einen so grossen äusseren Durchmesser, dass er eben, mit wenig Spielraum, in die lichte Weite des Fasses passt.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass der Siebboden oder Bottich vollkommen horizontal eingesetzt werden muss, damit sich die Flüssigkeit nicht vorzugsweise nach der tieferen Stelle begiebt. Allein selbst bei völlig horizontaler Lage dieses Theiles würde die Flüssigkeit, so wie sie aus den Löchern herausquillt, statt in gesonderten Strahlen zu fliefsen, vielmehr an der unteren Fläche vielfach zusammenrinnen und die Zertheilung wieder aufheben. Um diesem Uebelstande zu begegnen, hatte man anfangs kurze Stücke Bindfaden, die etwa 1 Zoll unten hervorragen und oben mit einem Korke versehen sind, eines in jede Oeffnung des Siebbodens gehängt. Sie verengen die Oeffnung etwas, bilden dadurch einen feineren Strahl und führen diesen, vermittelst der Adhäsion, an ihrem unteren Ende so fort, dass er isolirt bleibt und mit den benachbarten nicht mehr zusammenfliefsen kann. Weil die Bindfaden stark quellen und die Oeffnungen leicht versetzen, so hat man sie später durch kurze Vogelfedern, dreischneidige Holzstifte etc. ersetzt. Am häufigsten werden jedoch, als das Einfachste und Naheliegendste, ausgedroschene Kornähren angewandt, deren etwas abgestutzte Aehre als Knoten das Durchfallen verhindert, während der Halm, wie der Bindfaden, durch das Loch hängt.

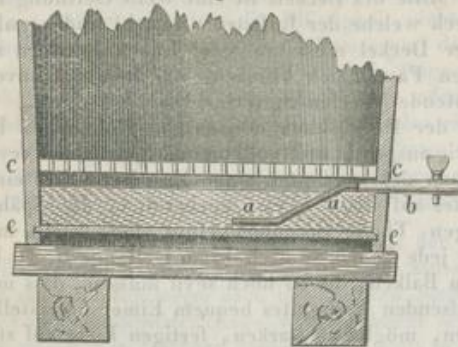
Bei den gewöhnlichen Essigbildnern, wie den in Fig. 82 und 83 abgebildeten, ist es die durch den chemischen Process frei werdende Wärme, welche die Luft im Inneren der Fässer über die Temperatur der äusseren erwärmt und dadurch auf die Dauer des Processes, nach dem Princip der Kamine, in steter Bewegung erhält. Zu dem Ende ist dem Luftstrome von unten Zutritt und von oben ein Ausweg eröffnet. Nämlich nahe über dem falschen Boden, worauf die Spähne ruhen, sind symmetrisch um die Peripherien des Fasses 6 bis 8 Zoll weite Oeffnungen — und zwar in schiefer Richtung abwärts gebohrt, damit die am Rande des Fasses herabrinneude Flüssigkeit nicht ausfliefsen kann. In diese Oeffnungen treten ebenso viele Luftströme ein, verbreiten sich in den Zwischenräumen der Spähne, wo sie eine namhafte, aber beabsichtigte, Reibung und dadurch verminderte Geschwindigkeit erfahren — und steigen allmählig aufwärts, bis sie den oberen Siebboden erreichen. Dort finden sie ihren Ausweg durch Oeffnungen (siehe die Abbildung), in welche Röhren von Holz oder Glas (gewöhnlich) eingesetzt sind, die so hoch seyn müssen, dass sie die Oeffnungen stets von dem aufgegossenen Essiggute frei halten. Wenn man ein Licht an eine der unteren Zugöffnungen hält, so sieht man, wie die Flamme sogleich eingebogen wird; auf diese Art überzeugt man sich am besten von der Thätigkeit derselben.

Um überflüssige Verdunstung zu vermeiden, pflegt man das Fass mit einem gut schließenden Deckel zu versehen und die Fugen mit Papier zu verkleben; in der Mitte des Deckels ist eine weite Oeffnung mit Schieber angebracht, durch welche der Luftstrom austritt und regulirt werden kann. Ein solcher Deckel muss aus zwei Lagen Brettern zusammengefügt seyn, deren Fasern sich kreuzen, um das sonst unvermeidliche und sehr bedeutende Werfen zu vermeiden.

Vor dem Gebrauche der Essigbildner müssen alle Holztheile, besonders die Spähne, gehörig ausgelobt und vollkommen getrocknet seyn; für die Spähne bedient man sich am besten einer Malzdarre oder eines Darrofens. Nachdem Alles auf diese Weise vorbereitet, die Spähne eingesetzt und die übrigen Theile zusammengefügt sind, stellt man sämtliche Fässer, deren jede Fabrik je nach ihrem Umfange 6, 10 bis 20 besitzt, auf Lager von Balken, die so hoch seyn müssen, dass man zum Auffangen des abfließenden Essiggutes bequem Eimer unterstellen kann — und gießt reinen, möglichst starken, fertigen Essig auf zum *Einsäuern*. Anfangs wird derselbe stark von den Spähnen und den Holzwänden eingesaugt; das Ablaufende sammelt sich in dem unteren Theile des Fasses zwischen dem ächten und falschen Boden an. Man sieht aus der Abbildung von selbst, dass von da nichts abfließen kann, bis der Spiegel der Flüssigkeit inwendig in gleichem Niveau mit der Mündung des heberförmigen Glasrohres auswendig steht. Nach einiger Zeit hat sich hinreichend Essig angesammelt, der nun abzulaufen beginnt und wiederholt zurückgegossen wird. Wenn endlich gerade so viel abläuft, als man aufgegossen hat, so ist dies ein Zeichen, dass Spähne und Dauben völlig gesättigt sind und das Einsäuern vollendet ist. Ein Theil des dazu verwandten Essigs ist in den Holzporen, ein viel größerer Theil in dem unteren Theile des Fasses zurückgeblieben; beide zusammengenommen dienen dem Prozesse bei seinem Verlaufe als Ferment. Vermöge der eben beschriebenen Einrichtung, also der Gestalt des heberförmigen Ablassrohres, wird — so oft eine Quantität Essig fertig geworden und nichts mehr abläuft — eine 4 bis 6 Zoll hohe Schicht unten zurückbleiben, die der nachfolgenden neuen Mischung sammt dem, was im Holze bleibt, wieder als Ferment dient. Da der fertige Essig viel schwerer ist, als die frische oder halbfertige Mischung, so würde die letztere sich obenaufschwimmend ansammeln und bei dem raschen Verlaufe der Schnelllessigfabrikation nicht hinreichend Zeit finden, um sich durch Diffusion zu mischen. Es ist darum sehr wichtig, dass jenes Rohr (siehe die Abbildung) dicht über dem ächten Boden des Essigbildners einmündet, und mithin stets die unterste Schicht der Flüssigkeit zuerst abzapft; dadurch und beim nachherigen Zurückgießen auf die Spähne erfolgt eine vollständige Mischung. Wäre das fragliche Rohr nahe unter dem Lattenrost eingelassen, so würde die unterste, sauerste Schicht stets mehr oder weniger zurückbleiben und ihre Bestimmung als Ferment verfehlen. Man macht die Abzugsröhren aus dem Grunde gewöhnlich von Glas, weil sich dieser Körper am bequemsten in die geeignete Form bringen lässt; dem Uebelstande, dass sie leicht durch die Ungeschicklichkeit der Arbeiter abgestoßen und zer-

brochen werden, lässt sich sehr einfach durch die Abbildung, Fig. 84, begegnen. Nahe unter dem falschen Boden (Lattenrost) *cc*

Fig. 84.



ist ein gewöhnlicher hölzerner Hahn *b* eingesetzt, in welchen inwendig ein zweifach gebogenes Glasrohr *a* so eingefügt ist, dass die freie Mündung desselben gerade über dem wahren Boden *ee* zu liegen kommt. Diese Disposition gewährt denselben Vortheil, aber mehr Bequemlichkeit, als die oben beschriebene. Mit den beschriebenen Operationen wären alle Vorarbeiten beendigt und es kann nun zur Verarbeitung der zu Essig bestimmten Flüssigkeit geschritten werden.

Diese Flüssigkeit ist in selteneren Fällen Trauben-, Obst-, Malzwein oder Bier; bei weitem am häufigsten Branntwein, der gegenwärtig das eigentliche Material der Schnellessigfabrikation genannt werden kann. Nach den bereits erörterten Grundsätzen muss der Branntwein mit ungefähr 6 Thln. Wasser verdünnt werden. Bei einem genauen und geregelten Betriebe berechnet man am besten aus der Stärke des zu erzeugenden Essigs, die zu einer Ohm oder einem Oxhoft erforderliche Quantität Alkohol und daraus des zu Gebote stehenden Branntweins, der in der Regel 50 Proc. Tralles oder etwas weniger ist. Die Quantität des Branntweins von dem Essig abgezogen, giebt die Quantität des zur Verdünnung erforderlichen Wassers, welche, wie gesagt, gewöhnlich das 6fache, bei stärkeren Essigen weniger ist.

Für den Anfang, also um die Essigbildung einzuleiten, ist es durchaus nöthig, die Mischung warm aufzugießen. Am einfachsten erreicht man diesen Zweck, wenn man das Wasser in einem Kessel auf einige 30° erwärmt und dann den Branntwein und Fermentessig zusetzt, welche die Temperatur der Mischung alsdann auf denjenigen Punkt (etwa 26° C.) herabbringen, der für die Essigbildung der geeignetste ist. Bei Essiggut aus anderen geistigen Flüssigkeiten erwärmt man diese, also z. B. den Obstwein, das Bier etc. und kühlt sie mittelst des Fermentessigs auf diese Temperatur. — Für die Folge ist es nicht mehr notwendig, aber immer höchst förderlich, die Essigmischung vorgewärmt auf die Essigbildner zu bringen. Man verfährt dabei entweder nach derselben Weise, indem man wie oben vermeidet, den Fermentessig in die Wärmekessel zu bringen, wodurch schädliche Verunreinigungen, z. B. mit Kupfer, entstehen können; — oder man lässt, wie die Meisten thun, das Essiggut so lange in der Essigstube vorrätzig liegen, bis es die Temperatur derselben angenommen hat, die aber dann nicht 26° C., sondern nur 18 — 22° C. ist; oder end-

lich man benutzt den Ofen der Essigstube zu diesem Zwecke. Für grössere Fabriken ist dieses Mittel unzureichend und erfordert umständliche, raumversperrende Einrichtungen.

Ist die Essigstube gehörig eingeheizt, d. h. wenn sie eine Temperatur von 20 — 22° hat, so gießt man auf jedes Fass so viel vorgewärmte Mischung, als der untere Raum zwischen dem Boden und der Mündung des Abzugsrohres zu fassen vermag, beiläufig 2 Centner oder 50 Maafs für Gradirfässer von 4 Fufs Durchmesser; nach einiger Zeit (2 bis 3 Stunden) ist das Aufgegossene daselbst angelangt und in ein untergesetztes Gefäß abgeflossen. Die Essigbildner sind bei weitem nicht im Stande, die Mischung auf einmal in Essig zu verwandeln; sie erscheint zwar mit dem erstenmale schon lebhaft sauer, enthält aber noch viel unzersetzten Alkohol. Es ist darum nothwendig, selbst bei dem besten Gange der Fässer, sie wenigstens dreimal, zuweilen noch öfter, durchlaufen zu lassen. Der Geschmack und Geruch der ablaufenden Flüssigkeit giebt zwar einigen, aber doch nur sehr vagen Anhaltspunkt über den Fortschritt der Essigbildung. Um diesen mit Sicherheit beurtheilen zu können und bestimmt zu wissen, ob das in Säuerung begriffene Essiggut gänzlich in Essig verwandelt ist, oder nicht, bedient man sich am besten des Aräometers (s. w. u.). — Aufser dem angenehm wenig sauren Geruch, der sich aus den Essigbildnern entwickelt, ist noch eine andere Erscheinung auffallend, nämlich die selbstständige Wärmeentwicklung im Inneren der Fässer; sie macht sich als eine Temperaturerhöhung von 6 — 8° C. bemerklich, die mit der Thätigkeit in denselben steigt und fällt. Weil sie den besten Prüfstein über den Gang der Essigbildung abgiebt, so sind in allen gut eingerichteten Fabriken die Fässer in der halben Höhe mit einer Oeffnung versehen, in welche ein Thermometer eingelassen wird, dessen Scala hervorsieht. Wenn man Essig von 5% Stärke verfertigt, so ist dazu (nach oben) eine Mischung von $\frac{1}{25}$ Alkohol nöthig, welcher bei seiner Umwandlung so viel Wärme erzeugt, dass damit die 25 Gew.-Thle. Mischung auf 85° C. erwärmt werden können. Wenn die Umwandlung nun zusammengenommen 12 Stunden dauert, so wird die Temperatur um $\frac{85}{12} = 7,1^{\circ}$ C. über die Temperatur der Umgebung steigen, oder um so höher, je stärker der Essig und je rascher seine Bildung stattfindet und umgekehrt. —

Bei der Zubereitung der Essigmischung verfahren nicht alle Praktiker auf gleiche Weise, sondern es finden Verschiedenheiten Statt, die nicht übergangen werden können. Anstatt nämlich das betreffende Quantum Branntwein gleich anfangs auf einmal zuzusetzen, pflegen Viele dasselbe zu fractioniren und bei dem ersten Uebergießen z. B. $\frac{6}{10}$ vor dem zweiten Uebergießen $\frac{3}{10}$ und vor dem letzten Uebergießen das fehlende $\frac{1}{10}$ hinzuzufügen. Es ist dies allerdings rationeller, denn da bei dem ersten Durchgehen des Essiggutes durch die Essigbildner ein Theil des Alkohols, gesetzt die Hälfte, der Umwandlung in Essig entgeht, so wird von dieser Hälfte doch so viel verdunsten und durch den Luftzug verloren gehen, als der herrschenden Temperatur entspricht. Diesem Verluste wird durch das Fractioniren vorgebeugt; es sollte nie unterlassen werden, wenn man starke Essige macht, d. h. solche, die fünf oder mehr Procent enthalten.

Eine weitere Verschiedenheit zeigt die Praxis in dem Verhältniss, in welchem die einzelnen Essigbildner einer Fabrik zu einander stehen. Während manche Fabrikanten das Essiggut beim zweiten Aufgiefsen auf das folgende, beim dritten Aufgiefsen auf ein drittes Essigfass giefsen, so machen andere das Gut vollständig auf einem und demselben Fasse fertig, welches alsdann getrennt arbeitet; noch andere lassen das ablaufende Gut aus allen Bildnern in ein einziges Sammelgefäß zusammenrinnen, woraus es dann wieder über dieselben vertheilt wird u. s. f., bis es fertiger Essig ist. — In einem der ersten Fälle befinden sich in der Regel diejenigen, welche das von den Fässern Ablaufende in Eimern sammeln, auf Leitern auf das Fass emportragen und aufgiefsen. In dem letzten Falle dagegen diejenigen, die diese Art zu mühsam, zeitraubend und kostspielig finden und es vorziehen, in der Mitte des Locals einen Sammelbottich anzulegen, worin das Gut aus allen Fässern zusammenläuft und von wo aus die Speisung der einzelnen Essigbildner mit einer Druckpumpe und Röhrenleitung stattfindet. — Die Verfahrungsweise, den Essig immer auf einem und demselben Bildner anzufangen und einen anderen Bildner ausschliesslich zum Fertigmachen zu benutzen, hat den Nachtheil, dass die Thätigkeit in dem letzteren immer vergleichungsweise schwach ist und daher leichter abfällt, wenn man nicht von Zeit zu Zeit die Ordnung umkehrt. — Ursprünglich sind die Essigbildner mit gar keinem Siebboden oder Siebbottich ausgestattet gewesen; sie wurden durch den Arbeiter vertreten, der in kurzen Zwischenräumen, etwa von $\frac{1}{2}$ Stunde zu $\frac{1}{2}$ Stunde, kleine Quantitäten (5 bis 10 Pfd.) Essiggut über die Oberfläche der Spähne aus der Hand vertheilte. Dieses Verfahren kann beinahe als obsolet betrachtet werden. Man begreift leicht, dass alle diese Abweichungen nur aus dem Bestreben hervorgehen, die Kosten der Einrichtung mit der Ausgabe für Arbeitslohn in richtiges Verhältniss zu setzen. Denn kleine Fabrikanten, besonders solche, welche die Essigerzeugung bei einem anderen Geschäfte nebenher treiben und gleichsam nur die müssigen Stunden ihrer Arbeiter mit der Bedienung der Essigstube ausfüllen, werden das Aufgiefsen auf die einfachste Weise, aus der Hand und mit Eimern, betreiben. Dagegen haben grössere Etablissements ein Interesse, möglichst an Arbeitslohn zu sparen, also die Leistung des einzelnen Arbeiters durch Anlegung von Pumpen etc. gleichsam zu vielfältigen.

Der Betrieb der Schnelllessigfässer hat übrigens eine viel wichtigere Seite als die oben besprochene, eine Seite, der von den Praktikern immer am wenigsten Aufmerksamkeit geschenkt wird: die Ventilation der Essigstube und die Speisung der Essigbildner mit frischer Luft. Es ist von selbst einleuchtend — und bereits zu Anfang dieses Artikels unter den Grundbedingungen aufgezählt worden —, dass das Essiggut in der Essigbildung nur dann gehörig fortschreiten kann, wenn die verbrauchte, d. i. ihres Sauerstoffs beraubte Luft ununterbrochen und im richtigen Zeitverhältniss gegen frische ausgewechselt wird.

Dieser Bedingung kann in der Ausführung auf zwei Wegen genügt werden: entweder ventilirt man direct und unmittelbar das Gradirfass, oder man stellt einen gehörigen Luftwechsel in der Essigstube her und lässt alle Zugöffnungen des Essigbildners frei mit diesem ventilirten Raume communiciren. In beiden Fällen schöpfen die unteren Zuglöcher ihre Luft aus der Essigstube, im ersten Falle aber wird sie bei ihrem

Anstritt durch die oberen Zugöffnungen in Röhren aufgefangen und in's Freie geleitet; im zweiten Falle dagegen, der in der Praxis bei weitem der häufigste ist, strömt diese verbrauchte Luft immer wieder in die Essigstube zurück.

Aus diesem Sachverhalt folgt, dass die Ventilation der Essigstube für alle Fälle eine Nothwendigkeit ist. —

Bei dem alten, langsamen Verfahren war der zufällige Luftwechsel durch die Ritzen der Thüren und Fenster, durch das Aus- und Eingehen etc., hinreichend, um den sehr langsamen Verbrauch an Sauerstoff auszugleichen. Die Ventilation fand gleichsam von selbst, ohne besonderes Zuthun, Statt und war jedenfalls ein Moment, welches sich der Aufmerksamkeit des Essigfabrikanten in keiner Weise aufdrängte. Mit solchen Gewohnheiten und Vorurtheilen adoptirte man nun die neue Methode der Schnellessigfabrikation und war viel zu wenig geneigt einzusehen, dass bei der nunmehr so bedeutend vermehrten Intensität des Essigbildungsprocesses der blofs zufällige Luftwechsel nicht mehr ausreichend seyn konnte. Zu gleicher Zeit flöfste der sonst richtige Grundsatz des Zusammenhaltens der Wärme in der Essigstube der Praxis eine Abneigung gegen eine kräftige Ventilation ein, bei welcher nothwendig viel warme Luft als scheinbarer Verlust entweicht. Ueber die Quantität des Luftverbrauches in einem Gradirfasse, der das natürliche Maafs der Ventilation ist, kann man sich leicht durch Rechnung einen bestimmten Begriff verschaffen.

Angenommen es seyen in einer Essigstube von 384 Cub.-Met. Inhalt (12 Met. lang, 8 Met. breit und 4 Met. hoch) 30 Essigbildner aufgestellt, welche täglich 13 Ohm (= 13×160 Litres) fertigen Essig zu 5 Proc. Essigsäurehydrat liefern, so wird dazu (nach S. 983) der Sauerstoff von 186 Cub.-Met. Luft vollständig verbraucht. Mithin wäre — selbst wenn die Holzmasse des Mobiliars nicht abgerechnet wird — der

Sauerstoff der in der Essigstube befindlichen Luft alle $\frac{384}{186} \times 17 = 35$

Stunden vollkommen absorhirt und es müsste diese Luft wenigstens alle 35 Stunden erneuert werden. Da sie hierbei nicht anders als mit der Temperatur der Essigstube, z. B. 20° C., entweichen kann, so ist der ganze Betrag der dabei fortgehenden Wärme ein principmäßiger Verlust, der höchstens durch Nebenbenutzungen vermindert werden kann. Die Wärmequantität, welche mit jenen 186 Cub.-Met. Luft von 20° C. weggeht, würde z. B. hinreichen, um 47 Pfd. Wasser von 0° C. auf 100° zu erwärmen. —

Wenn sich nun nach der vorstehenden Berechnung schon ein starkes Ventilationsbedürfniss, d. h. ein Bedürfniss von 384 Cub.-Met. Luft in 35 Stunden herausstellt, so darf dabei nicht übersehen werden, dass eben diese Berechnung von der gänzlich unmöglichen Voraussetzung ausgegangen ist, als könne der Essigbildungsprocess bis zur gänzlichen Erschöpfung des Luftsauerstoffs bestehen und fort dauern. In der Wirklichkeit wird er schon zum Stillstand kommen, und seine Intensität auf Null herabgekommen seyn, ehe die Hälfte absorhirt ist, so dass die Erneuerung wenigstens doppelt oder dreimal so rasch stattfinden muss. Der Grund davon liegt darin, dass das Essiggut zu viel Zeit bedarf, um die letzten Antheile Sauerstoff aus der Luft gleichsam herauszufinden und aufzunehmen, wodurch die Kraft des Processes am Ende gänzlich geschwächt wird.

Nach diesen Erörterungen bleibt es noch übrig, die bestehenden praktischen Einrichtungen mit den theoretischen Anforderungen in Vergleich zu ziehen.

Bei der Mehrzahl der Essigfabriken münden die für den Aus- und Eintritt des Luftzuges bestimmten Oeffnungen, wie bereits angegeben, frei in die Atmosphäre der Essigstube. Die Folge dieser mangelhaften Einrichtung ist die, dass aus dem oberen Theile des Fasses entweichende, mehr oder weniger entsauerstoffte Luft sich unaufhörlich mit dieser Atmosphäre wieder mischt, an den Strömungen Antheil nimmt, welche die Heizung der Essigstube hervorruft und somit immer wieder durch die unteren oder Eintrittsoeffnungen in den Essigbildner zurückgeführt wird; es sey denn, dass dem durch eine um so viel vermehrte Ventilation (zufällige oder absichtliche) gesteuert wird. Alsdann hat man aber das ursprünglich erforderliche Maafs derselben bereits überschritten. Einer von beiden Fehlern ist also unvermeidlich: entweder sind die Essigbildner mit Luft gespeist, die ihren vollen Sauerstoffgehalt nicht mehr hat, oder man verschwendet durch übertriebene Ventilation an Brennstoff. Der erste Fehler tritt ein, wenn die Essigstuben — wie man sehr häufig findet — nicht für die Ventilation besonders eingerichtet sind; er ist nur dann zuweilen unmerklich, wenn der Raum des Locals im Verhältniss zur Anzahl der darin thätigen Essigbildner sehr groß ist. Mit dem zweiten Fehler sind diejenigen Fabriken behaftet, deren Essigstuben zwar ventilirt werden können, aber dabei die verbrauchte Luft aus den Bildnern empfangen. Das gewöhnliche und auch völlig ausreichende Mittel zur Ventilation der Essigstuben sind zwei weite Oeffnungen mit Schiebern zum Reguliren, wovon die eine nahe am Boden (am unteren Theile der Thür), die andere nahe an der Decke (in der obersten Fensterscheibe) angebracht ist. Auch geschieht es häufig, dass man die Ventilation einfach mittelst eines Ofens hervorbringt, der von innen mit Luft aus dem Zimmer gespeist wird; dieses Mittel ist übrigens sehr unvollkommen, weil ein solcher Ofen die Luft nicht von oben, sondern vom Boden aus aufsaugt, weil er also die von den Essigbildnern ausgehauchte Luft — anstatt sie mehr unmittelbar wegzuführen — sich erst mit der Atmosphäre des Locals mischen lässt, ja förmlich dazu zwingt. — Es kann demnach als eine zweckmäßige Einrichtung nur eine solche gelten, bei der die ausgehauchte Luft aus den Essigbildnern unmittelbar mittelst Röhren in's Freie geleitet wird. Alsdann tritt die Ventilation des Zimmers aus der Kategorie der Nothwendigkeiten in diejenigen einer unterstützenden oder Hülfsvorrichtung, wozu ein Ofen jener Art hinreicht.

Aus der großen Unaufmerksamkeit, womit die Ventilation durchschnittlich betrieben wird, erklären sich zum großen Theil die vielfachen Störungen im regelmässigen Verlaufe, der Essigbildung, worüber so häufig Klage geführt wird. Diese Störungen, welche wie Krankheiten der Essigbildner erscheinen und in ihren zahlreichen Modificationen und Abstufungen eine förmliche Pathologie dieses Processes ausmachen, gehen nicht sowohl auf eine eigentliche Unthätigkeit der Essigbildner, als vielmehr auf eine mangelhafte Thätigkeit hinaus, die in ihrer halben Entwicklung stehen bleibt. Das sogenannte »Dunsten« der Essigbildner, sonst ein Zeichen des guten Ganges, erscheint eher vermehrt, es entweichen mehr Dämpfe, die aber stechend und die Augen angreifend, statt angenehm weinig-sauer riechen; endlich zeigen die Proben, dass in dem abfließenden Essiggute der Alkohol verschwunden, aber auch kein

oder nur wenig Essig vorhanden ist. Anstatt Essig bekommt man alsdann eine fade schmeckende, oft trübe, unbrauchbare Flüssigkeit.

Liebig hat gezeigt, dass dieses misrathene Product, mit Aetzkali erhitzt, dunkelbraun wird und auf Zusatz einer Säure Aldehydharz fallen lässt und nach Zusatz von salpetersaurem Silber und Ammoniak Silber reducirt, also ohne Zweifel Aldehyd enthält, was bei Essig von gutem Gang nie der Fall ist. Es geht daraus hervor, dass die Umwandlung des Alkohols bei Mangel an Luftwechsel in den Fässern nur das erste Stadium, die Bildung von Aldehyd, erreicht, der bei seiner grossen Flüchtigkeit zum grössten Theil verdunstet und den stechenden, augenreizenden Dunst bedingt.

In einem beobachteten Falle erhielt man in einer Essigfabrik, in welcher keine besondere Ventilation angebracht, auch die verbrauchte Luft nicht nach aussen abgeleitet war, aus sechs (aber kleinen) Essigbildnern Jahre lang einen Essig von tadelloser Qualität, dessen lebhafter Absatz den Eigenthümer veranlasste, die Anzahl der Gradirfässer um zwei zu vermehren. Von diesem Zeitpunkte an nahm der Gehalt des Essigs, bei gleichbleibender Stärke des Essiggutes, rasch ab und zwar in sämtlichen acht Fässern, so dass nur noch ein fades aldehydhaltiges Product erhalten wurde. — Natürlich erreicht das Uebel nicht immer diesen extremen Grad, sondern man erhält in hundert anderen Fällen einen zwar noch verkäuflichen, aber doch aldehydhaltigen Essig, dem ein Theil der erwarteten Procente seines Gehaltes fehlt. Die Erfahrung hat gelehrt, dass eine solche Herabstimmung der Essigbildung oder Krankheit der Gradirfässer, wenn sie einmal Platz gegriffen, durch eine bloße Wiederherstellung der Bedingungen eines guten Ganges, also besonders gehörigen Luftwechsels, nicht mehr ausgerottet werden kann, sondern wie durch Ansteckung fortwirkt. Es bleibt in der Regel nichts übrig, als die Fässer auseinander zu nehmen, alle Theile gründlich zu reinigen, zu trocknen, einzusäuern und ganz von Neuem zu beginnen.

Ein anderer, nicht minder vernachlässigter Punkt der Einrichtung der Essigbildner ist das Verhältniss der Eintrittsöffnungen zu den Austrittsöffnungen der Zugluft. Wenn die durch den Bildner strömende Luft alles Sauerstoffs beraubt wird, so vermindert sich ihr Volum um $\frac{1}{5}$; da aber die Absorption in der Wirklichkeit viel geringer ist und die Luft bei ihrem Durchzug eine Temperaturerhöhung von beiläufig 6° , also eine Ausdehnung, erfährt, so kann ihr Volum beim Austritt nur sehr unbedeutend verändert seyn. Darnach müsste die Weite der Austrittsöffnungen zusammengenommen ebenso gross seyn, als die Weite der Eintrittsöffnungen; dessenungeachtet findet man aus schwer einzusehenden Gründen fast überall das Gegentheil, und jene bedeutend, oft um die Hälfte enger. — Ueber die Weite der Zugöffnungen ist schwer, oder vielmehr unmöglich, etwas Bestimmtes anzugeben, da — wenn auch alles Uebrige bekannt ist und berechnet werden kann — der Widerstand, welchen der Zug bei seinem Durchgange durch die Spähne erfährt, aus natürlichen Gründen durchaus wechselnd und in jedem einzelnen Falle ein anderer ist. Man wird daher am besten thun, lieber viele Eintrittsöffnungen anzulegen und dieselben mittelst Pfropfen so zu reguliren, dass die Temperatur im Essigbildner ihren höchsten Stand behauptet; den Abzugsöffnungen aber zusammen ein gleiches Lumen mit jenen zu geben und sie sämtlich offen zu lassen, weil doch nie mehr Luft oben entweichen kann, als man unten durch das Reguliren einlässt.

Die Erfahrung lehrt, dass man selbst bei gesundem Gange und regelmäßigem Betriebe immer etwas weniger und zugleich schwächeren Essig erhält, als die Quantität und Stärke des Essiggutes der Theorie nach liefern sollte. Der Verlust an der Quantität des Essigs ist nicht von Belang; er beträgt dem Maasse nach 1 bis $1\frac{1}{2}$ Proc.; dagegen ist die Einbuße, die man an seiner Qualität oder Stärke erleidet, viel bedeutender.

Vielfache Untersuchungen haben dargethan, dass das, was man fertigen Essig nennt, also die von dem Essigbildner abgenommene Flüssigkeit, stets eine gewisse Menge unveränderten Alkohol enthält. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man den Essig mit Kali genau neutralisirt und der Destillation unterwirft. — Wird nun der unveränderte Alkohol des Essigs und der der gebildeten Essigsäure entsprechende Antheil zusammengenommen von dem Alkoholgehalt des verarbeiteten Essiggutes abgezogen, so wird sich stets ein namhafter Unterschied ergeben, welcher den mit der Fabrikation verbundenen Alkoholverlust vorstellt. Es liegt auf der Hand, dass diese Verluste von der Verdunstung herrühren, wodurch ein Theil der im Essiggute enthaltenen Flüssigkeiten als Dämpfe mit der Luft fortgeführt werden. Schon der Geruch lässt den Alkohol, wohl auch unter Umständen den Aldehyd erkennen, dass aber auch Essigsäure verdampft wird, beweist das schleunige Angegriffenwerden des Kalkverputzes der Essigstube und die Bleizuckerbildung am Fensterblei da, wo die Luft aus den Fässern hingelangen kann. — Der in Rede stehende Verlust durch Verdunstung wird stets im Verhältniss der Temperatur der Essigbildner und der Luftmenge stehen, welche die Fässer passirt. Selbst wenn aller Sauerstoff in den Fässern absorhirt würde, so würden doch immer $\frac{1}{3}$ Volum Stickstoff entweichen und eine bemerkliche Menge Dämpfe entführen: so aber, wie es sich in der Praxis gestaltet (wo die Absorption unvollständig ist), wird nicht bloß der Stickstoff der verbrauchten, sondern auch die Masse der unthätig durch die Fässer streichenden Luft an dieser Verdunstung theilhaftig seyn. Die Menge der unthätigen Luft ist groß bei schlechtwirkender Gradireinrichtung und mangelhafter Vertheilung des Essiggutes; sie ist kleiner, wenn die Gradireinrichtung eine vollständigere Zertheilung desselben und Berührung mit der Luft bewirkt. Da nun selbst bei gleicher Herstellung und möglichster Aufmerksamkeit die Gradirvorrichtungen verschiedener Essigbildner und Fabriken — wegen Ungleichheit in Beschaffenheit in der Schichtung der Spähne, wegen Ungleichheit in der Lage und dem Zustande der Seihebottiche etc. — große Verschiedenheiten in ihrem Nutzeffect darbieten, so ist man über die Menge der unthätig durchstreichenden Luft und folglich den Betrag des Fabrikationsverlustes stets in Ungewissheit. Um zu einem allgemeinen Schlusse über die Größe und über die Mittel zur Verminderung dieser Verluste zu gelangen, müssten also genaue und vielfache Beobachtungen und Bestimmungen an verschiedenen Orten und unter verschiedenen Umständen angestellt werden, um die Zufälligkeiten außer Einfluss zu setzen. Einen auf diese Weise aufgestellten, allgemein gültigen Anhaltspunkt besitzt man bis jetzt noch nicht. In einem concreten Falle hat die Beobachtung indessen nun Folgendes gelehrt ¹⁾:

Die Versuche wurden in einer Fabrik angestellt, worin sechs Essigbildner von 80 Zoll Höhe und 40 Zoll Weite von der oben beschrieb-

¹⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. XLII, S. 113.

nen Einrichtung bei völlig gesundem Gange auf Essig von 3 bis 4 Proc. Säuregehalt betrieben wurden. Die jedesmal in Arbeit genommene Mischung, oder das Essiggut, bestand aus:

360 Litres Wasser
40 " Branntwein von 44 bis 45 Proc. Tralles

zusammen 400 Litres, welche im jährlichen Durchschnitt zwischen 393 und 395 Litres Essig von 2,6 Proc. Essigsäurehydrat und 1 Proc. Alkohol lieferten.

In Gewichtsverhältnissen ausgedrückt hatte man also:

verarbeitet eine Mischung von 1):		erhalten eine Mischung von:	
Wasser	720 Pfd.	Wasser	754½ Pfd.
Branntwein zu 45 Proc. Tralles	75½ "	Essigsäurehydrat	21 "
		Branntwein zu 45 Proc. T.	22½ "
	<hr/>		<hr/>
	795½ Pfd.		798 Pfd.

Essiggut

fertiger Essig

Der fertige Essig entspricht, wegen der 21 Pfd. Essigsäure, 45 Pfd. Branntwein von 45 Proc. Tralles; diese und den unverändert gebliebenen Antheil — also zusammen $45 + 22\frac{1}{2} = 67\frac{1}{2}$ Pfd. — von den $75\frac{1}{2}$ Branntwein abgezogen, welche wirklich verarbeitet wurden, bleiben $75\frac{1}{2} - 67\frac{1}{2} = 8$ Pfd. Branntwein von 45 Proc. Tralles als Fabrikationsverlust, entsprechend 10 Proc. dem Gewichte, oder $8\frac{1}{2}$ Proc. dem Maafse nach.

Während der Arbeit betrug die Temperatur in den Essigbildnern nie unter 29° C. und nie über 33° C. Zahlreiche eudiometrische Analysen der daraus entweichenden Luft, wozu die Proben aus verschiedenen Fässern und zu verschiedenen Epochen der Essigbildung geschöpft waren, ergaben den Sauerstoffgehalt derselben mit wenigen Abweichungen, die zwischen 16,9 und 20,6 schwankten, im Mittel zu 19,1 Vol.-Proc. —

Bei der Bildung jener 21 Pfd. Essigsäurehydrat sind nun (bei der Temperatur der Essigstube = 26° C.) 20,36 Cub.-Metr. Luft verbraucht, nämlich 4,27 Cub.-Metr. Sauerstoff absorbiert und folglich 16,09 Cub.-Metr. Stickstoff abgeschieden worden.

Beide Daten — nämlich die Menge der wirklich verbrauchten Luft (= 20,36 Cub.-Metr.) und das Sauerstoffverhältniss der aus dem Essigbildner entweichenden Luft (= 19,1 Vol.-Proc.) — zusammengefasst, führen zu dem Schlusse ²⁾, dass (in den 48 Arbeitsstunden):

1) 162,7 Cub.-Metr. unthätige Luft (von 26° C.) durch die sechs Essigbildner gestrichen, dass

2) $162,7 + 20,36 = 183$ Cub.-Metr. Luft von 26° C. in die sechs Fässer zusammen oder $\frac{183}{6} = 30,5$ Cub.-Metr. Luft in jedes einzelne Fass eingetreten sind, und dass endlich

¹⁾ 1 Pfd. = 0,5 Kilogramm.

²⁾ Wenn nämlich $\frac{1}{n}$ das Verhältniss des Sauerstoffs zum Stickstoff in der ausströmenden Luft, wenn ferner a der Stickstoff der zur Essigbildung verbrauchten Luft und x das Volum der unthätig durchstreichenden Luft in C.-M. bedeutet, so hat man $x = \frac{a}{0,21 n - 1}$ C.-M.

3) $162,7 + 16,09 = 178,8$ Cub.-Metr. Luft von 26° aus den sechs zusammen, oder $\frac{178,8}{6} = 29,8$ Cub.-Metr. von 26° C. aus jedem einzelnen Fasse ausströmt sind. Bei dem Ausströmen hatten sie aber bereits die Temperatur der Fässer, d. i. 31° C., angenommen, und sich also auf 30,3 Cub.-Metr. ausgedehnt.

4) Dass in der Wirklichkeit $\frac{183}{20,36} = 9$ mal mehr Luft durch die Fässer strich, als der Theorie nach nöthig gewesen wäre.

Da die acht Eintrittsöffnungen für den Zug 1,3 Zoll Durchmesser besitzen und durchschnittlich vier derselben offen waren, so kann die Eintrittsgeschwindigkeit des Luftzuges in jede Oeffnung nur 2 Zoll in der Secunde betragen. —

Es ist sehr zu bedauern, dass die wissenschaftlichen Untersuchungen diesem Gegenstande bis jetzt so fremd geblieben sind. Obgleich daher das obige Beispiel sehr isolirt steht, obgleich der demselben zu Grunde liegende Betrieb nach seinen Leistungen entschieden mehr zu den mittelmäßigen, als besseren gehört und der berechnete Verlust in vielen Fällen geringer ausfallen wird, so lassen sich doch nichts desto weniger einige allgemeine Folgerungen ziehen.

Zunächst sieht man, dass das Volum der ausströmenden Luft — zur Bestätigung des oben Gesagten — nicht geringer ist, als das der einströmenden Luft, und folglich kein Grund vorhanden, die oberen Oeffnungen enger als die unteren zu machen.

Ferner ist es einleuchtend, dass selbst bei einem Betriebe von dem doppelten Nutzeffect immer noch eine enorm viel (vier bis fünfmal) größere Luftmenge durch die Fässer strömt, als streng genommen nöthig ist. Wenn man bedenkt, dass dieses Uebermaafs von Luft in doppelter Weise, nämlich durch vermehrte Verdunstung und zugleich durch eine bedeutende Wärmeentziehung schädlich wirkt, so wird man darin ohne Zweifel die Hauptquelle der Mangelhaftigkeit des Schnellessigbetriebes erkennen.

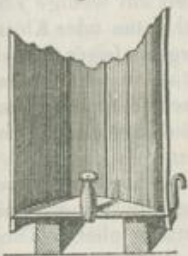
So z. B. würde die Wärme, welche in jenem Falle mit den 162,7 Cub.-Metr. Luft von 26° entweicht, die Temperatur des Essiggutes um 3° bis 4° C. gesteigert haben.

Nach allem dem unterliegt es keinem Zweifel, dass die Schnellessigfabrikation, bei aller Trefflichkeit des Principis, doch in der Ausführung noch mangelhaft ist und darum bei weitem in ihren Leistungen und Nutzeffect hinter denjenigen Erwartungen zurückbleibt, zu denen man im Grunde berechtigt ist. Wenn die Essigbildner nun auf der einen Seite eine hinreichende Speisung mit Luft bewirken, so kann der mangelhafte Erfolg nur darin seine Erklärung finden, dass auf der anderen Seite die Vertheilung und allseitige Berührung der Luft und des Essiggutes bei weitem nicht den beabsichtigten Grad erreichen.

In der That kann man sich leicht davon überzeugen, dass es in der Praxis fast unmöglich ist, die Seihebottiche, welche die Vertheilung des Essiggutes bewirken, in gehöriger Ordnung zu erhalten. Man wird beinahe immer eine gewisse Anzahl der Oeffnungen mit den Bindfäden oder Kornähren verstopft und selten alle zugleich in Gang finden. Auch möchte es ebenso schwer seyn, einen Essigbildner anzutreffen, dessen Seihebottich vollkommen waagrecht steht, und nicht durch Werfung oder sonst wie,

nach der einen oder anderen Seite gewichen ist. Eine gleichmäßige Vertheilung des Essiggutes über den ganzen Querschnitt des Bildners wird also vielmehr seltener Ausnahme, als Regel seyn. Aber auch die Spähne, welche diese Unregelmäßigkeit überkommen, sind meistens in einem Zustande, der sie geneigt macht, die ungleiche Vertheilung zu vermehren statt zu compensiren; denn es ist beinahe unvermeidlich, sie so herzustellen und so einzuschichten, dass sie nicht der herab rinnenden Flüssigkeit an einigen Stellen vorzugsweise durch eine dichtere Lage den Weg versperren und an anderen Stellen durch eine lückenhafte Anordnung vorzugsweise eine allzubequeme Bahn eröffnen. Das Essiggut wird mit einem Worte auf seinem Wege, statt in Gestalt eines Regens oder tropfenweise, viel zu häufig in dickeren, zusammenhängenden Strömen auftreten. — In ähnlicher Weise wird es sich mit der Luft verhalten. Bei der gewöhnlichen Einrichtung tritt sie in der Region ein, wo ihr die Spähne gerade die freieste Bahn lassen, nämlich an der Wand des Essigbildners. Zwischen den Spähnen und der Wand des Fasses, wie es in der Natur der Sache liegt, einen weiteren Spielraum und weniger Hindernisse findend, wird sie vorwiegend diesen Weg wählen und wenig Veranlassung haben, sich in dem Inneren des Fasses zu verbreiten.

Fig. 85.



Viel zweckmäßiger ist darum die in der Fig. 85 dargestellte Einrichtung des Luftzuges, wobei dieser gerade von dem Centrum ausgeht. In der Mitte des Fassbodens ist ein hölzernes Rohr wasserdicht eingesetzt, welches bis nahe unter den falschen Boden und jedenfalls um 1 bis 2 Zoll höher hinaufreicht, als das heberförmige Abzapfrohr. Unter dem Knopfe sind ringsherum symmetrisch eine Anzahl Löcher eingebohrt, hoch genug, dass sie stets 1 bis 2 Zoll über den Spiegel der Flüssigkeit hervorragen. Die Wirksamkeit dieser Einrichtung ist von selbst verständlich. Damit nun der Zug nicht ausschließlich in der Mitte stattfindet, müssen die oberen Zugröhren

mehr nach der Peripherie hin angebracht werden.

Damit ist allerdings viel verbessert, aber keineswegs das Gesamtübel gehoben und für fernere Verbesserungen bleibt noch ein weites Feld. In England, wo die Essiggewinnung aus alkoholischen Flüssigkeiten sonst wegen der enormen Besteuerung der Spirituosen unmöglich war, hat man in neuerer Zeit angefangen — ob mit bleibendem Erfolg, sind wir nicht im Stande anzugeben — die Schnellessigfabrikation mit einer künstlichen Umgehung der Steuer zu adoptiren. Die Art der Ausführung dieser Methode bearkundet in so hohem Grade jenen den Britten eigenthümlichen technischen Takt, dass ihre Beschreibung uns wenigstens viele schätzbare Winke für jene Verbesserungen zu enthalten scheint.

Obgleich sie mit der Verarbeitung der Kartoffelstärke beginnt, so ist doch bei der englischen Schnellessigfabrikation der Alkohol ebenso gut der wahre Ausgangspunkt, als bei jeder anderen. Dadurch ist der etwas eigenthümliche Gang motivirt, den man einschlägt, um sich das Essiggut zu verschaffen. Man beginnt damit, die Stärke mittelst Schwefelsäure in Zucker zu verwandeln, und durchläuft somit zwei Stadien mehr als bei uns, wo man mit dem Branntwein anfängt. Die zuckerige Flüssigkeit, nachdem die Schwefelsäure durch Kalk abgestumpft ist, wird der geistigen Gährung unterworfen und nach deren Beendigung und ge-

schehener Klärung ohne Weiteres als Essiggut verarbeitet. Dieser etwas eigenthümliche Gang ist nämlich dadurch motivirt, dass man die weingeistige Flüssigkeit nur als Uebergangs- oder Zwischenproduct auftreten lassen, d. h. die Destillation vermeiden muss; denn die Steuerpflichtigkeit haftet eben an dem Begriffe des Destillats. Die Verarbeitung des Essiggutes geschieht in Essigbildnern von schwach conischer Gestalt, am Fufse 14', oben 15' weit und 13 Fufs hoch, also von 2145 C.-F. Inhalt.

Schon in diesen gröfseren Dimensionen liegt ein entschiedener Vortheil, weil dadurch für gleichen Inhalt eine viel kleinere Oberfläche geboten ist und sich daraus eine geringere Abkühlung oder Wärmezestreuung und eine Ersparniss an Daubenholz ergibt. In einem einzigen Fasse der Art wird säglich so viel Essig fertig, als bei uns in sechs Essigbildnern von 8 Fufs Höhe und 4 Fufs Weite. Diese letzteren haben zusammengenommen 603 Q.-F. Daubenfläche, jenes grofse 611 Q.-F.; bei dieser fast gleichen Oberfläche verhalten sich aber die Inhalte $= 2287 \text{ C.-F.} : 603 \text{ C.-F.} = 3,79 : 1$. Folglich gewährt die englische Einrichtung fast die vierfache Ersparniss an Daubenholz und an Wärme; in dieser letzteren Beziehung ist der Effect in der That so grofs, dass man bei dem ohnehin sehr milden englischen Winter gar nicht nöthig gefunden hat, die Essigstube zu heizen. Jedes Fass hat $2\frac{1}{2}$ Fufs über dem eigentlichen Boden einen falschen Boden und oben einen gut schließenden Deckel. Der Raum zwischen beiden ist — bis auf wenige Zoll — nicht mit Spähnen, sondern mit kleinen Holzabschnitten oder Klötzchen angefüllt. Da diese mit der Säge in etwas unregelmäßiger Gestalt geschnitten werden, so können sie sich nicht dicht aufeinander legen; sie werden im Gegentheil viel regelmäßigere, besser vertheilte Zwischenräume bilden, und zwar von bleibender Art, weil sie ihre anfängliche Lage während des Betriebes nicht mehr ändern können.

In einer gewissen Höhe über dem Essigbildner ist der Vorrathsbehälter angebracht. Von da aus strömt das Essiggut abwärts, also mit einem gewissen Falle, durch ein senkrecht Rohr in den oberen Theil des Gradirfasses, zwischen den Deckel und die Oberfläche der Spähne, wo es durch eine sinnreiche, dem englischen Biermaischprocesse entlehene Vorrichtung in einem Regen vertheilt wird, der höchst gleichmäßig auf die Spähne herabrinnt. Unterhalb des Fassdeckels trägt das senkrechte Rohr nämlich ein Kreuz aus zwei horizontalen Röhren von derselben Weite und nahe so lang als der Radius des Fasses. Die vier Enden des Kreuzes sind geschlossen, aber an der unteren, den Holzabschnitten zugekehrten Seite sind an jedem Schenkel eine Reihe sehr feiner Oeffnungen gebohrt. Das herabströmende Essiggut vertheilt sich also horizontal in die vier Arme und spritzt, wie durch eine Brause, vermöge seines Druckes durch jene in Reihen angebrachte Oeffnungen in feinen Strahlen hervor. Damit nun nicht blofs 4 Richtungen, sondern die ganze Oberfläche der Spähne begossen werden, so ist das ganze Röhrensystem um seine verticale Axe und zwar in langsamer Rotation drehbar. Die Unmöglichkeit, eine so vollständige Vertheilung des Essiggutes auch nur entfernt mittelst der Siebbütte hervorzubringen, erhellt von selbst.

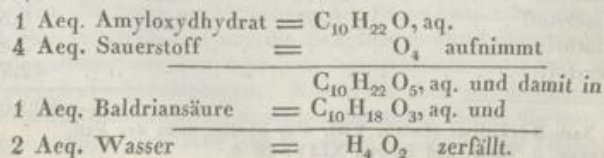
Was den Luftwechsel betrifft, so geht derselbe in den englischen Gradirfässern nicht nach dem Princip der Kamine von unten nach oben, sondern vermöge der Thätigkeit damit verbundener Luftpumpen von oben nach unten vor sich. Im Centrum des Fasses tritt durch den

Boden ein weites Rohr ein, von der Einrichtung wie in Fig. 85, bis nahe unter den falschen Boden. Dieses ist das Luftsaugrohr, welches mit der doppeltwirkenden Pumpe, die ein umgekehrtes Baader'sches Glockengebläse ist, zusammenhängt. Die verbrauchte Luft wird also aus dem unteren Theile des Gradirfasses aufgesaugt, während die frische Luft durch die Oeffnung des Deckels von oben nachströmt. Die verbrauchte und von der Pumpe aufgesaugte Luft ist genöthigt, beim Niedergehen der Glocken durch das Sperrwasser zu entweichen, worin alle Weingeist- und Essigsäure-Dämpfe verdichtet werden.

Die Vortheile einer solchen Einrichtung liegen auf der Hand: die durch die Essigbildung erzeugte Wärme wird viel vollständiger zusammengehalten; die Zertheilung der Flüssigkeit ist viel gleichförmiger und ununterbrochen; ferner ist die Ventilation des Essigbildners von seinem Temperaturzustande unabhängig gemacht, und kann so regulirt werden, wie es die Mischung und die Stärke ihres Zuflusses erfordern; endlich ist der Verlust durch Verdunstung beinahe Null, weil man das Sperrwasser immer wieder zum Ansatz des Essiggutes benutzt. — Die Entsauerstoffung der Luft geht so weit, dass bei sehr gutem Gange ein mit Bleizuckerlösung getränkter brennender Bindfaden darin erlischt, und beim mittleren Gange wenigstens ein gewöhnlicher Bindfaden nicht mehr brennt. —

Es ist ohne Zweifel, besonders für unsere kleinen Fabrikanten, misslich, dass alle diese Vortheile eine Betriebskraft (Dampfmaschine) voraussetzen, und dadurch einen Kostenaufwand verursachen. Aber es lassen sich gewiss manche der obigen Vorrichtungen an sich unserem deutschen Verfahren einverleiben, z. B. Holzabschnitte, Größe der Fässer etc. Auch die Vertheilung des Gutes durch Besprengung muss ausführbar seyn, wenn man auf zweckentsprechende Weise das Röhrenkreuz durch den rückwirkenden Druck der ausströmenden Flüssigkeit in Bewegung setzt.

Im Vorhergehenden ist, als der bei weitem herrschende Fall, die Darstellung des Essigs aus Branntwein bei der Beschreibung zu Grunde gelegt worden. Nach dem bestehenden Betriebe unserer Landwirtschaft ist dieser Branntwein immer Kartoffelbranntwein und folglich mit dem ihm eigenthümlichen Fuselöl behaftet. In der praktischen Essigsiederei pflegt man nun den zum Essig bestimmten Branntwein nie zu entfuseln, weil einmal die Erfahrung gelehrt hat, dass selbst stark fuselnder Branntwein einen Essig liefert, der von Fuselgeschmack völlig frei ist. Diese auffallende Thatsache hat zuerst durch Döbereiner ihre Erklärung gefunden; sie ist zugleich eine interessante Erweiterung der Analogie zwischen Alkohol und Amyloxydhydrat (Fuselöl); denn nach diesem Forscher verwandelt sich das Fuselöl in den Essigbildnern ebenso in Baldriansäure, wie der Alkohol in Essigsäure, indem



Die Anwendung des Branntweins hat nicht nur das für sich, dass sie sich am besten der gegenwärtigen Richtung der landwirthschaftlichen Industrie anschließt; sie gewährt auch den Vortheil, dass der Verlauf der Essigbildung am reinsten von Statten geht, am besten zu leiten ist und am wenigsten Nebenerscheinungen und Nebenproducte auftreten. Denn bei Verarbeitung eines Essiggutes aus zuckerigen Flüssigkeiten der Frucht, oder des Malzes, bewirken die darin vorhandenen kleberartigen und gummösen Substanzen die Abscheidung eigenthümlicher, schleimiger und gallertartiger Gebilde, welche sich an Fasswände, Spähne etc. anlegen. Man hat Beispiele gehabt, dass ein Fass Essig sich gänzlich in eine gallertartige Masse verwandelt hat. Wenn diese Gallerte in so hohem Grade überwuchert, so ist es freilich ein Fehler; indessen ist sie in dem Grade, wie sie gewöhnlich als »Essigmutter« auftritt, von den Praktikern gern gesehen und gilt als ein Beförderungsmittel der Essigbildung. Dieses Vorurtheil beruht in der großen Menge Essig, die die Gallerte aufgesaugt enthält; der Essig ist aber stets das kräftigste Essigferment.

Die Essigmutter, die die neuere Naturforschung als eines von den niedersten Gebilden der Vegetation, als eine Schimmelpflanze, erkannt und mit den systematischen Namen Mycoderma (Pers.) oder Hygrocrocis (Agardt) bezeichnet hat, bietet ein interessantes Beispiel des Zurücktretens eines, durch Zerstörung pflanzlicher Organe hervorgegangenen Körpers, der Essigsäure, zur organischen Form. Der Entstehung der Essigmutter geht jederzeit eine gewisse Trübheit voraus, worauf sie als schleimige Ablagerung erscheint, die sich zu einer gallertartigen, zusammenhängenden, schlüpfrigen, ziemlich strotzenden Masse entwickelt, von bald hautartiger, bald leberartiger Form und gelblicher, sehr durchsichtiger Farbe. Sie enthält eine reiche Menge aufgesaugten Essig, der sich nur schwer durch Pressen entfernen lässt; leichter geschieht dies durch Trocknen zwischen Löschpapier, wobei sie nach und nach zu einer dünnen durchscheinenden Membran einschrumpft, deren Dicke in keinem Verhältniss zum anfänglichen Volum steht. Zolldicke Essigmutterlebern schwinden zur Dünne des Postpapiers. Wenn man die Essigmutter vor dem Trocknen zerschneidet und fleißig unter destillirtem Wasser knetet, so erhält man die Membran völlig rein. Sie entwickelt durch trockene Destillation eine saure, ammoniakhaltige Flüssigkeit¹⁾ mit Hinterlassung von viel Kohle, welche ohne Aschenrückstand verbrennt. Durch die starke Mineralsäure wird die Substanz der Essigmutter in der Kälte nicht angegriffen. Concentrirte Essigsäure löst einen stickstoffhaltigen Körper auf, ebenso Aetzkali. Durch Kochen mit ersterer, oder längere Digestion mit letzterem, kann der stickstoffhaltige Körper vollständig entzogen werden. Mulder²⁾, dem man die Kenntniss dieses Verhaltens verdankt, fand in gereinigter, bei 135° C. getrockneter Essigmutter aus Weinessig, worin eingemacht waren:

	Johannisbeeren	große Gurken	kleine Gurken
Kohlenstoff	46,75	46,89	46,89
Wasserstoff	6,51	6,52	6,50
Stickstoff			3,87
Sauerstoff			42,74
			100,00.

¹⁾ Nach Berzelius (Lehrb. VIII. 374) ist dies nicht der Fall.

²⁾ Ann. d. Chem. und Pharm. XLIV. 207 ff.

Er hält jenen mit Kali oder Essigsäure ausziehbaren stickstoffhaltigen Körper für Proteïn, und den Rückstand für Cellulose. Hieraus, und aus seiner Elementar-Analyse zog er den Schluss, dass die Substanz der Essigmutter jeden Ursprungs stets eine Verbindung in dem constanten stöchiometrischen Verhältniss von 1 Aeq. Proteïn mit 4 Aeq. Cellulose sey, ein Schluss, zu dessen Begründung jene Beobachtungen keinenfalls ausreichen dürften. — So viel scheint gewiss und ist für die Essigfabrikation von näherem Interesse, dass die Essigmutter sich in ganz starkem Essig schwierig oder gar nicht, in schwachem leicht, vorzugsweise gern und rasch aber in Essig bildet, welcher neben dem Alkohol noch andere, besonders stickstoffhaltige (Proteïn-) Körper enthält. So in Essig aus Bier, Malzwein, Obstwein, Wein-Trestern, aus Flüssigkeiten, die bei der Stärke- und Hefengewinnung abfallen; vor Allem aber in Essig, worin Früchte etc. eingemacht sind. Ferner muss es als ausgemacht betrachtet werden, dass die Substanz der Essigmutter aus den Bestandtheilen der Essigsäure selbst entsteht, und folglich die Stärke eines Essigs in demselben Maafse abnimmt, als sich die Quantität der Essigmutter vermehrt. Hierin liegt zugleich die Erklärung der so allgemeinen Klage über das Abfallen und Abstehen in Essig eingemachter Früchte und Vegetabilien; diese theilen nämlich dem Essig zuerst eiweifs- und pflanzenleimartige Stoffe mit, welche das Entstehen der Essigmutter befördern. Einmal hervorgerufen, entzieht diese dem Essig im Verlauf ihrer Entwicklung mehr und mehr Säure, und vermehrt dadurch unaufhaltsam die Bedingungen ihres Wachsthumes, bis der Essig in steigender Progression an Stärke abnehmend, zuletzt alle Essigsäure und somit das conservirende Medium verliert. Alsdann ist das Feld für die Fäulniss gewonnen, die unwiderstehlich Platz greift. —

Für die Schnelllessigfabrikation hat die Essigmutter den besondern Nachtheil, dass sie nach und nach die Zwischenräume zwischen den Spähnen ausfüllt und dadurch den Gang der Gradirfässer hemmt. In diesem Falle bleibt nichts übrig, als mit den Fässern zu verfahren wie bei den oben beschriebenen Krankheiten, d. h. sie mit Wasser und stumpfen Basen zu reinigen, dann zu trocknen und die Schnelllessigbildung von vorn einzuleiten. Wenn man das Uebel frühzeitig bemerkt, so kann demselben durch ein- oder mehrmaliges Aufgiefsen von siedendem Essig gesteuert werden, wenigstens für einige Zeit.

Da wo Schnelllessigfabriken neu in Gang kommen, sieht man schon nach den ersten Tagen und ohne dass vorher eine Spur davon bemerkt wird, Schwärme einer kleinen Fliege, der sogenannten Essigfliege, sich einstellen, welche zur Gattung *Ichneumon* gehören soll. Sie sind besonders häufig in den oberen Räumen der Essigstuben um die Fassdeckel herum, wo sie angeblich in Ritzen und Abzugslöcher hineinschlüpfen, und ihre Larven zwischen das Holz oder zwischen die Spähne legen sollen. Solche Larven werden aber selten oder nie im Essig gesehen und es ist das Erscheinen dieser Gäste entschieden mehr räthselhaft, als schädlich. Viele Sachverständige haben allerdings und zwar nachdrücklich empfohlen, die Zugänge in's Innere der Fässer, besonders die Zuglöcher, mit Flor zu verkleiden, um die Essigfliegen abzuhalten, weil aus den Eiern derselben, wie man sehr irrig angenommen hatte, die sogenannten Essigaale hervorgingen. Man weifs aber mit Bestimmtheit, dass diese kleinen, halblinienlangen, schlangenartigen Thiere, die man mit unbewaffnetem Auge sich sehr lebhaft bewegen und in der Flüssigkeit

herumtreiben sieht, mit den Fliegenlarven nichts gemein haben und ein unter dem Namen *Fibrio aceti* wissenschaftlich bekanntes Infusorium sind.

Zuweilen bleiben die Essigaale ganz oder monatelang aus, bis sie plötzlich eintreten, wo sie sich dann rasch und zu Milliarden vermehren. Die Naturgeschichte des Essigaales ist noch nicht hinreichend bekannt, als dass man mit Gewissheit darüber entscheiden könnte, ob derselbe (wie gewöhnlich angenommen wird und sehr wahrscheinlich ist) von Essigsäure lebt und folglich auf die Stärke des Essigs verringernd einwirkt, oder nicht. Wie dem auch seyn mag, so könnte bei der im Verhältniss zum Essig doch sehr kleinen Masse der Essigaale diese Verringerung erst nach geraumer Zeit fühlbar werden und ihr Hauptschaden möchte in dem Ekel bestehen, den sie manchen Abnehmern einflößen. Merkwürdig ist, dass sie in den Gradirfässern durch das Aufgießen von frischem Essig nicht eben getödtet werden, und folglich in Flüssigkeiten von einem gewissen Alkoholgehalt zu leben vermögen. Sie können aber leicht durch Erhitzen des damit behafteten Essigs oder durch Uebergießen der Gradirfässer mit heißem Essig getödtet und durch Absetzenlassen entfernt werden. An und für sich sind weder Essigaale, noch Essigfliegen ein Zeichen der Verderbniss und finden sich im Gegentheil bei Essig von gesunder Beschaffenheit am leichtesten ein.

Die Erfahrung lehrt, dass die letzten Antheile Alkohol in den Gradirfässern ziemlich lang und hartnäckig der Säuerung widerstehen, während der größere Theil seiner Masse, $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$, leicht und rasch in Essigsäure übergeht. Man wird daher selten einen von den Bildnern als »fertige« abgenommenen Essig finden, der nicht noch unveränderten Alkohol enthält. Dieses ist allerdings eine Unvollkommenheit des Processes, die aber dem Fabrikanten und Abnehmer insofern zu Gute kommt, als sie eine Haltbarkeit bedingt, welche alkoholfreier Essig nicht haben würde. Viele einsichtsvolle Fabrikanten haben darum längst ein gemischtes Verfahren eingeschlagen, indem sie die Hauptsäuerung den Gradirfässern, die Säuerung des letzten $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ aber der Lagerung überlassen und gewinnen dadurch doppelt, da zur Bestreitung eines regelmäßigen Absatzes ein gewisser Vorrath einmal doch nicht zu umgehen ist. Einestheils ist nämlich ein solcher alkoholhaltiger Essig weit weniger dem Abstehen und der Bildung von Essigmutter ausgesetzt, andererseits gewinnt derselbe durch Nachgährung während des Lagerns bedeutend an Stärke und Zartheit des Geschmackes. —

Allgemeine Eigenschaften des Essigs und dessen Verfälschung.

Alle Essige ohne Ausnahme haben einen erquickend sauren Geruch und einen schwachen bis stechend sauren Geschmack, beide Eigenschaften sind, je nach dem Ursprung der Essige, mehr oder weniger modificirt. Im Allgemeinen nimmt der Essig immer die Farbe der Flüssigkeit an, woraus er hervorgegangen; sie ist bei Weinessig gelb oder roth, bei Bieressig gelb, bei Obstessig blassgelb etc., Branntweinessig ist farblos. — Da das Publikum nur an weinfarbigen Essig gewöhnt war, so erregte die Farblosigkeit des Branntweinessigs anfangs vielfach Anstoß. Um diesen zu beseitigen, sah man sich genöthigt, jenen zu färben, eine Gewohnheit, die man fast allgemein beibehalten hat. Die Färbung geschieht entweder in der Mischung mittelst holländischen Syrups, dessen Zucker-

gehalt alsdann während der Säuerung geistig gährt und nachher ebenfalls zu Essigsäure wird; oder man färbt den fertigen Essig mit gebranntem Zucker oder Caramel.

Der Essig enthält neben extractiven Stoffen, die nach seinem Ursprunge verschieden sind (freien unveränderten Zucker, Gummi, Protein-Verbindungen, Pflanzensäuren, Farbstoffe, verschiedene Salze), häufig Aldehyd, wahrscheinlich auch Essigäther und als Hauptbestandtheil Essigsäure. Geringe Essige, z. B. aus Abfällen der Bierbrauerei, enthalten 1 bis 2 Proc., aus Würze bereitete oder Malzessige 2 bis 5 Proc., Branntweinessige 3 bis 6 Proc., endlich die ächten Weinessige 6 bis 10 Proc. davon. Indessen steht es ganz im Belieben des Fabrikanten, den Gehalt an Essigsäure durch Zusatz von Branntwein innerhalb gewisser Grenzen zu vermehren. Das eigenthümliche Gewicht der Essige liegt, je nach ihrer Stärke, beiläufig zwischen 1,0015 und 1,0340. —

Der Werth eines Essigs, so weit er zum Genuss dient, ist von zwei Umständen abhängig: von seinem Geschmack und seinem Essigsäuregehalt, welcher die Stärke genannt wird.

Dem Geschmack (der Feinheit) nach steht der ächte Weinessig oben an und verdankt diesen Rang theils einem Reste des Weinbouquets, theils seinem Gehalt an Weinstein und freier Weinsäure. Am wenigsten Feinheit des Geschmacks zeigt Branntweinessig, besonders ungelagerter, während Obst- und Bieressige mehr in der Mitte stehen.

Dagegen ist der Branntweinessig, unter gleichen Umständen, als der reinste am geeignetsten für Fabrikzwecke und am haltbarsten: die Bier- und Malzessige sind es am wenigsten.

Der Werth und Preis eines Essigs hängt am meisten von seinem Gehalte an Essigsäure ab; es ist daher die

Prüfung des Essigs auf seine Stärke

für den Verkehr ein ebenso wichtiges Moment, als die Prüfung des Braunsteins, der Soda etc. Es handelt sich hierbei, wie in ähnlichen Fällen, um ein Verfahren, welches so ausgedacht ist, dass es von Ungeübten in chemischen oder physikalischen Manipulationen doch mit Sicherheit und vor allen Dingen möglichst rasch ausgeführt werden kann. Wie man leicht denken kann, sind nach und nach sehr viele Methoden in Vorschlag gekommen, die solchen Anforderungen mehr oder weniger entsprechen; wir werden nur diejenigen ausführlicher besprechen, die in der Praxis Eingang gefunden haben.

1. Die aräometrische Methode.

Unter allen Werkzeugen findet man in den Händen der Fabrikanten keine so häufig als die Senkwaage, und zwar aus dem guten Grunde, weil sie auf dem schnellsten und kürzesten Wege die Stärke des Essigs zu erkennen giebt und weil man meistens in die Unvollkommenheiten ihrer Angabe nicht die gehörige Einsicht hat.

Das reine Essigsäurehydrat hat ein spec. Gew. von 1,063: wird demselben nach und nach Wasser zugesetzt, so findet anfangs eine Volumverminderung und in Folge deren eine Zunahme des specif. Gew. statt (so hat ein Gemisch von 7 Gew.-Thln. Essigsäurehydrat mit 2 Gew.-Thln. Wasser, oder im Verhältniss von 3 Aeq.: 1 Aeq. ein specif. Gew. von 1,079). Ueber einen gewissen Punkt hinaus hört diese Erscheinung auf und das specif. Gew. der Säure wird mit der Verdünnung ab-

nehmen. Alle Essige liegen diesseits jenes Wendepunktes und sind im Allgemeinen um so schwerer, je reicher sie an Essigsäurehydrat sind; ein Aräometer sinkt also um so tiefer in einen Essig ein, je schwächer er ist. Dessenungeachtet kann ein Aräometer — aus zwei wichtigsten Ursachen — niemals die Stärke des käuflichen Essigs mit Bestimmtheit anzeigen und man muss nothwendig Täuschungen unterliegen, wenn man von den abgelesenen Aräometergraden auf den Essigsäuregehalt schließt.

1. Sind die Unterschiede im specif. Gew. eines Gemisches von Essigsäure und Wasser für 1 Proc. der Stärkezunahme im Mittel nur 0,0034, also sehr gering. Sie werden folglich nur sehr schwach auf das Aräometer einwirken und der Raum für 1 Proc. Essigsäurehydrat wird an der Scala nur so klein seyn, dass die Fehler im Ablesen und Beobachten schon einen bedeutenden Irrthum nach sich ziehen können.

2. Sind die Essige des Handels nichts weniger als reine Gemische von Essigsäure mit Wasser: sie enthalten im Gegentheil viele fremde Stoffe, die ebenso gut auf die Senkwaage einwirken, wie die Essigsäure, nämlich: Alkohol, der das specif. Gew. vermindert, und extractive Stoffe, die es vermehren. Es werden daher Bier- oder Malzessige stets eine höhere, Brantweinessige, wenn sie nicht lange gelagert haben, eine geringere Grädigkeit am Aräometer zeigen, als ihnen zukommt. Wenn also Brantweinessig schon einen gewissen Grad von Säuerung erlitten hat, so kann es sich ereignen, dass die gröfsere Schwere einer Essigsäure von der geringeren des Alkohols gerade aufgehoben und die Senkwaage 0° oder keine Stärke anzeigt, während doch 1 oder 2 Proc. da seyn können. Zusammengekommen folgt daraus, dass man mit der Senkwaage nicht bis auf 1 Proc. genau auf den Gehalt an Essigsäure schliessen kann. Man darf dagegen nicht verkennen, dass die Senkwaage ein sehr brauchbares Instrument abgibt, um den Gang der Essigsäurebildung oder, was dasselbe ist, den Fortschritt der Säuerung zu beurtheilen, weil es sich hierbei nicht um absolute, sondern um relative Werthe handelt. Eine passende Einrichtung von solchen Aräometern hat Balling vorgeschlagen, welche sich in dessen »Gährungschemie« 4. Bd. S. 214 ff. beschrieben findet.

2. Prüfung der Stärke des Essigs mit kohlensauren Salzen.

Die hier einschlagenden Methoden nehmen entweder die Quantität kohlensaures Salz zum Maafsstab, welche eine bestimmte Gewichtsmenge Essig zu neutralisiren, oder die Quantität Kohlensäure, welche dieselbe daraus zu entwickeln vermag. Auch sind sie verschieden, je nachdem sie bald einfach-, bald doppelt-kohlensaures Natron, bald einfach-kohlensaures Kali oder Kalk nehmen.

Nach der gewöhnlichen, früheren, besonders von den Apothekern gebrauchten Methode wiegt man eine bestimmte Menge Essig, z. B. 1 Unze ab, bringt ein Gefäß mit reinem, einfach-kohlensaurem Kali⁴⁾ auf der Waage in's Gleichgewicht und setzt endlich davon dem Essig in kleinen Portionen so lange zu, bis er gesättigt ist.

Man nimmt an, der Sättigungspunkt sey eingetreten, wenn die zu-

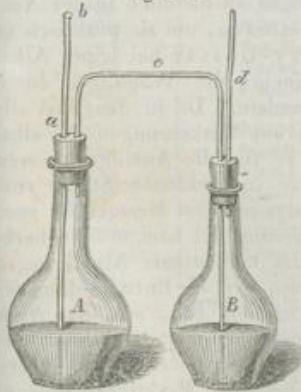
⁴⁾ Aus Weinstein bereitet, das *Kali carbonicum e tartaro* der Apotheker.

letz zugefügte Portion kein Aufbrausen mehr hervorbringt oder besser, wenn ein in der Flüssigkeit schwimmendes Lackmuspapier oben anfängt sich zu bläuen. — Aus der Gewichtsmenge des verbrauchten kohlen-sauren Kali's findet man den Gehalt des Essigs an Essigsäure, d. i. seine Stärke, durch eine einfache Rechnung, da jedes Proc. Essigsäure in einer Unze Essig 5,53 Gran kohlen-saures Kali zur Sättigung erheischt. Nach der gewöhnlichen Regel soll 1 Unze Branntweinessig $\frac{1}{2}$ Drachme oder 30 Gran kohlen-saures Kali sättigen; 27,7 Gran entsprechen aber gerade 5 Proc. —

Diese Methode ist aus mehrfachen Gründen ungenau und zugleich unbequem. Unbequem, weil man zwei Wägungen vorzunehmen hat. Ungenau, weil es schwer oder unmöglich ist, den Sättigungspunkt genau zu treffen, denn derselbe ist mit demjenigen Zusatz, der kein Aufbrausen mehr hervorbringt, oder die blaue Farbe des rothen Lackmuspapiers wieder hervorruft, bereits überschritten. Sie ist ferner ungenau, weil das kohlen-saure Kali Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, während doch die Berechnung des Versuches stets ein völlig trockenes Salz voraussetzt. Aus diesem Grunde ist reines kohlen-saures Natron viel geeigneter, indem es viel weniger Feuchtigkeit anzieht; es muss jedoch vorher durch Calciniren von allem Krystallwasser befreit seyn, da man über dessen Betrag nie Gewissheit haben kann. Jedes Proc. Essigsäure in einer Unze Essig verlangt 4,26 Gran reines, wasserleeres kohlen-saures Natron zur Sättigung; folglich die Unze 5 procentigen Essigs 21,3 Gran. Die Ungenauigkeit wird in beiden Fällen dadurch sehr vermehrt, dass die Probirsalze gewöhnlich trocken als Pulver zugesetzt werden; dadurch ist es schwer, so kleine Portionen gegen Ende zu nehmen, als erforderlich, um den Sättigungspunkt nicht plötzlich zu überschreiten.

Viel genauer, aber auch sehr umständlich, ist die Methode von Will und Fresenius. Sie benutzen den von ihnen zum Probiren des Braunsteins und der Alkalien erfundenen Apparat, Fig. 86, worin

Fig. 86.



die Stärke nach der Menge der Kohlen-säure bemessen wird, die ein gegebenes Gewicht Essig aus kohlen-sauren Alkalien zu entwickeln vermag. Je mehr Kohlen-säure bei einem Versuche entwickelt wird, um so mehr verliert der Beobachtungsfehler beim Wägen an Einfluss. Deshalb wählen sie nicht nur doppelt-kohlen-saure Salze, sondern ziehen auch das doppelt-kohlen-saure Natron dem Kalisalze vor, da es noch außerdem wohlfeiler ist. Von dem zu probirenden Essig werden zuerst 1,159 Gew.-Thle. (oder je nach seiner Stärke ein Vielfaches davon) in dem Kölbchen A gewogen. Von dem Probirsalze — welches kein einfach-kohlen-saures Natron enthalten darf — nimmt man so viel, dass

gegen die Säure ein Ueberschuss vorhanden ist, füllt es eingedrückt in ein Glasröhrchen und hängt dies an einem Seidenfaden in demselben Kolben dadurch auf, dass man das Ende des Fadens mit dem Korke

einklemmt. In dem Kolben *B* ist concentrirte Schwefelsäure zum Trocknen der entweichenden Kohlensäure. In diesem Zustande muss der gesammte Apparat auf der Waage tarirt werden; alsdann lüftet man den Kork von *A* einen Augenblick, damit das Röhrechen mit dem Probirsalz in die Säure hinabfällt und verschließt ihn sogleich wieder, worauf die Kohlensäure-Entwicklung von selbst vor sich geht. Ist diese beendet, so treibt man den Rest der Kohlensäure aus der Flüssigkeit durch Erwärmen von *A* aus, lässt erkalten, saugt die im Apparat befindliche Kohlensäure durch das Rohr *d* aus, indem man *a* öffnet, und bringt ihn auf die Waage. Jeder verloren gegangene Gew.-Thl. ist Kohlensäure und entspricht 1 Proc. Essigsäurehydrat (oder einem Vielfachen). —

Von mehreren Anderen (Runge, Winkler u. A.) ist der kohlen-saure Kalk als Probemittel in der Weise vorgeschlagen worden, dass man in den abgewogenen Essig eine tarirte Menge Kalkspath bringt, und bis zur Neutralisation liegen lässt. Der Rückstand wird gewaschen, getrocknet und gewogen, um aus seinem Gewichtsverlust die Stärke des Essigs zu berechnen. Je 0,834 Gew.-Thle. aufgelöster Kalk entsprechen 1 Gew.-Thl. Essigsäurehydrat. Um mit reinen Probemitteln zu thun zu haben, soll man reinen Kalkspath nehmen, was aber vor einem Magnesiagehalt keine Gewähr ist. Entweder, wie Runge will, wählt man ein compactes Stück Kalkspath zur Probe; alsdann verfällt man aber dem Uebelstande, dass der dichte Spath in größeren Stücken der Säure widersteht und tagelang zur Auflösung braucht. Oder man verwendet gepulverten Spath; alsdann bedarf man des Filters, um den Rückstand zu sammeln, was sehr umständlich ist. Den Vortheil gewährt der Kalk allerdings, dass der Neutralisationspunkt nicht überschritten werden kann, und weder Lackmus, noch Aehnliches nöthig ist.

3. Prüfung mit Aetzammoniak.

Sämmtliche erwähnte Methoden der Essigprüfung sind theils viel zu ungenau, theils bei großer Genauigkeit zu umständlich in der Ausführung. Man sieht leicht ein, dass den letzteren, um sie praktisch zu machen, nur das Princip fehlt, welches Gay-Lussac bei seiner Alkalimetrie eingeführt hat, nämlich das Princip, die Wägungen durch graduirte Gefäße in Messungen zu verwandeln. Da in der That alle Essigprüfungen mit kohlen-sauren Alkalien nur Umkehrungen des alkalimetrischen Verfahrens sind, so würde es für die Ausführung weit einfacher seyn, Auflösungen der Probirsalze von bekannter Stärke vorrätzig zu halten und die Sättigung des Essigs aus dem Messgefäße vorzunehmen, während man die Farbenveränderung des Lackmus beobachtet. Berzelius hatte zuerst die Idee, das kohlen-saure Alkali gegen Aetzammoniak als Probemittel zu vertauschen, weil die Entwicklung der Kohlensäure bei ersterer auf die Farbe Einfluss hat, und das Auge irre führt und weil der Gehalt der Ammoniakflüssigkeit leicht und hinreichend genau aus dem specif. Gew. gefunden werden kann. Otto hat diese Idee durch eine passende Ausführung den Praktikern zugänglich gemacht und darauf die Construction seines Acetimeters begründet, welche bis jetzt am besten den Anforderungen jener entpricht.

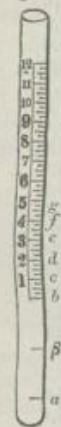
Otto's Acetimeter ist bei der Normaltemperatur + 13° R. graduirte und auf eine Ammoniakflüssigkeit von 1,369 Ammoniakgehalt als

Probe berechnet. Um sich diese jederzeit leicht verschaffen zu können, hat Otto nachstehende Tabelle berechnet, woraus man ersieht, wie viel Wasser einer Ammoniakflüssigkeit von bekanntem specif. Gew. zugesetzt werden muss, um den Ammoniakgehalt genau auf 1,369 zu bringen.

Aetzammoniakflüssigkeit.		Um 100 Theile der Probeflüssigkeit von 1,369 Proc. Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich:	
welche in 100 an Ammoniak enthält	zeigt ein specifisch. Gewicht von	an Aetzammoniakflüssigkeit	an Wasser
12,000	0,9517	114,08	886,02
11,875	0,9521	115,3	884,7
11,750	0,9526	116,5	883,5
11,625	0,9531	117,8	882,2
11,500	0,9536	119,0	881,0
11,375	0,9540	120,0	880,0
11,250	0,9545	121,7	878,3
11,125	0,9550	123,0	877,0
11,000	0,9555	124,5	875,5
10,954	0,9556	125,0	875,0
10,875	0,9559	126,0	874,0
10,750	0,9564	127,3	872,7
10,625	0,9569	129,0	871,0
10,500	0,9574	130,4	869,6
10,375	0,9578	132,0	868,0
10,250	0,9583	133,5	866,5
10,125	0,9588	135,0	865,0
10,000	0,9593	137,0	863,0
9,875	0,9597	138,6	861,4
9,750	0,9602	140,4	859,6
9,625	0,9607	142,2	857,8
9,500	0,9612	144,0	856,0
9,375	0,9616	146,0	854,0
9,250	0,9621	148,0	852,0
9,125	0,9626	150,0	850,0
9,000	0,9631	152,0	848,0
8,875	0,9636	154,0	846,0
8,750	0,9641	156,4	843,6
8,625	0,9645	158,7	841,0
8,500	0,9650	161,0	839,0
8,375	0,9654	163,5	836,5
8,250	0,9659	166,0	834,0
8,125	0,9664	168,5	831,5
8,000	0,9669	171,0	829,0
7,875	0,9673	173,8	826,2
7,750	0,9678	176,6	823,4
7,625	0,9683	179,5	820,5
7,500	0,9688	182,5	817,5
7,375	0,9692	185,6	814,4
7,250	0,9697	188,8	811,2
7,125	0,9702	192,0	808,0
7,000	0,9707	195,6	804,4
6,875	0,9711	199,0	801,0
6,750	0,9716	202,8	797,2
6,625	0,9721	206,6	793,4
6,500	0,9726	210,6	789,5
6,375	0,9730	214,7	785,3
6,250	0,9735	219,0	781,0

Aetzammoniakflüssigkeit,		Um 100 Theile der Probeflüssigkeit von 1,369 Proc. Ammoniakgehalt darzustellen, sind erforderlich:	
welche in 100 an Ammoniak enthält	zeigt ein specifisch. Gewicht von	an Aetzammoniakflüssigkeit	an Wasser
6,125	0,9740	223,5	776,5
6,000	0,9745	228,0	772,0
5,875	0,9749	233,0	767,0
5,750	0,9754	238,0	762,0
5,625	0,9759	243,4	756,6
5,500	0,9764	249,0	751,0
5,375	0,9768	254,7	745,3
5,250	0,9773	260,8	739,2
5,125	0,9778	267,0	733,0
5,000	0,9783	273,8	726,2

Das Acetimeter, Fig. 87., ist eine 12 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ Zoll weite, unten zugeschmolzene Glasröhre von doppelter Theilung: einer unteren einfacheren für den mit Lackmus zu färbenden Essig und einer oberen längeren für die Probeflüssigkeit. — Bis an den Theilstrich *a* fasst der unterste Raum gerade 1 Gr. destillirtes Wasser; der Zwischenraum zwischen *a* und *b* genau 100 Decigramme destillirtes Wasser.



Die oberen mit 1, 2, 3, 4 . . . bezifferten Abtheilungen fassen von *b* bis *c*, von *c* bis *d* etc. jedesmal 2,07 Gr. der Ammoniakflüssigkeit von 1,369 Proc., d. h. genau so viel, als zur Sättigung von 1 Decigramm Essigsäurehydrat gehört, und folglich 1 Proc. Stärke des zwischen *a* und *b* enthaltenen Essigs entspricht.

Beim Gebrauche füllt man den Raum bis *a* mit Lackmustinctur, dann genau bis *b* mit dem zu prüfenden Essig, welche sich zu einer rothen Flüssigkeit mischen, und fügt nach und nach von der Probeflüssigkeit so viel hinzu, bis die rothe Farbe oben in Blau zurückkehrt. Nach Beendigung des Versuches giebt die Ziffer, die den Stand des Flüssigkeitspiegels bezeichnet, unmittelbar den Procentgehalt des Essigs. Bei ganz starkem Essig nimmt man nur halb so viel zur Probe, d. h. man füllt den Raum über *a* nur bis β mit Essig, und ergänzt von β bis *b* mit destillirtem Wasser. Die gefundene Zahl für die Proc. ist dann doppelt zu nehmen.

Im Ganzen beschränken sich die Wägungen bei der Otto'schen Probe auf eine einzige Bestimmung des specif. Gew., die aber nur einmal für eine große Zahl von Proben gemacht zu werden braucht. — Es ist allerdings eine Quelle von Ungenauigkeit, dass bei der Construction des Acetimeters von Otto die Verschiedenheit des specif. Gew. der Essige unter sich und mit dem Wasser nicht berücksichtigt ist; dass mit anderen Worten in dem Raume zwischen *a* und *b* stets etwas mehr als 100 Decigrammen Essig seyn werden, während man doch nur 100 Decigramme verrechnet. Der Einfluss dieses Fehlers ist übrigens unerheblich. Am meisten hängt die Richtigkeit des Resultates von der Genauigkeit ab, mit welcher bei der Zubereitung der Ammoniakprobeflüs-

sigkeit verfahren wird, und eben diese Zubereitung ist es, die — wie bei allen diesen Probirmethoden — ihre besonderen Schwierigkeiten hat. Von der richtigen Ansicht ausgehend, dass eine pünktliche Ermittlung des specif. Gew. der käuflichen Ammoniakflüssigkeit mehr Fertigkeit und Hilfsmittel voraussetzt, als bei den meisten Praktikern angetroffen werden, hat *Wagenmann* den Vorschlag gemacht, den Gehalt der käuflichen Ammoniakflüssigkeit (also auch der erforderliche Wasserzusatz) statt mittelst des specif. Gew., vielmehr mit der alkalimetrischen Probeflüssigkeit (s. den Artikel: *Alkalimetrie*) zu ermitteln. Damit ist aber im Grunde nur eine neue Schwierigkeit an die Stelle der alten gesetzt.

Verunreinigung und Prüfung der Essige.

Die im Handel vorkommenden Essige enthalten häufig fremde, nicht hierhergehörige Substanzen, die bei seiner Verwendung mehr oder weniger in Betracht kommen. Einige dieser Substanzen sind unschädlich, andere für die Gesundheit nachtheilig; einige sind absichtlich zugesetzt, sey es um den Geschmack zu verbessern, sey es um über die Stärke des Essigs zu täuschen, während andere durch Zufall oder Nachlässigkeit hineingekommen.

Die meisten Erfahrungen über diesen Gegenstand hat man in Paris gemacht, wo in Folge der eigenthümlichen städtischen Octroiverhältnisse die Kunst der Lebensmittelverfälschung eine nie gekannte Höhe erreicht hat. So hat *Chevalier* unter 120 Proben bei 20 eine absichtliche Verfälschung, bei 3 eine Verunreinigung mit giftigen Metallverbindungen nachgewiesen. — Bei weitem das gewöhnlichste Motiv betrügerischer Zusätze ist, den Abnehmer über die Stärke des Essigs zu täuschen, was auf doppelte Weise geschieht. Entweder vermehrt man den sauren Geschmack durch Zusatz von starken Mineralsäuren, über den Grad hinaus, den sein Gehalt an bloßer Essigsäure hervorbringen würde; oder man ertheilt ihm neben dem natürlichen sauren Geschmack noch einen brennenden, beißenden Geschmack vermittelt scharfer Gewürze, so dass das Fabrikat durch den Schein einer größeren Stärke gewinnt.

Die einfachsten und wohlfeilsten Fälschungsmittel der ersten Art sind Schwefelsäure und Salzsäure, wohl auch Salpetersäure und organische Säuren.

Die Schwefelsäure giebt sich in einem Essig schon einigermaßen durch den Geschmack, nämlich durch das sogenannte Stumpfmachen der Zähne zu erkennen; sie lässt sich aber mit Bestimmtheit durch salzsauren Baryt nachweisen. Da wohl wenige Essige wegen des dazu gebrauchten Wassers frei von schwefelsauren Salzen sind, einige sogar vermöge ihres Ursprungs mehr als gewöhnlich davon enthalten, wie z. B. der aus Stärkezuckerlösung bereitete, so könnte ohne geeignete Vorsichtsmaßregeln die Reaction der Chlorbariumlösung auf die Salze irrtümlich auf freie Schwefelsäure schließen lassen. Darum ist es nothwendig, den zu prüfenden Essig zuvor bis auf etwa $\frac{1}{8}$ einzudampfen und den Rückstand mit 88procentigem Alkohol auszuziehen. Dieser löst nur die freie Schwefelsäure, hinterlässt aber die schwefelsauren Salze ungelöst. Die alkoholische Auflösung, nachdem sie mit destillirtem Wasser verdünnt ist, kann nunmehr mit Chlorbariumlösung geprüft werden; ein weißer, schwerer, in Salpetersäure unlöslicher Rückstand zeigt freie Schwefelsäure an. —

In Betreff der Salzsäure gilt dieselbe Bemerkung, indem Chlormetalle in jedem Essig zu erwarten sind, und ähnliche Täuschungen bewirken werden. Man destillirt daher den Essig bis auf einen kleinen Rückstand ab und versetzt das Destillat — worin die etwa vorhandene freie Salzsäure sich befinden muss — mit salpetersaurem Silber. Ein Niederschlag von Chlorsilber liefert alsdann den Beweis des Salzsäurezusatzes. — Wenn man Salpetersäure vermuthet, so neutralisirt man das Destillat mit einfach-kohlensaurem Kali, dampft zur Trockne ab, und untersucht den Rückstand nach den bekannten Methoden auf salpetersaure Salze. In der Praxis möchte eine solche Verfälschung jedoch seltener vorkommen.

In ähnlicher Weise, wie die Mineralsäuren, hat man auch angefangen, die Weinsteinsäure zu missbrauchen. Solcher Essig giebt beim Abdampfen auf $\frac{1}{8}$ seines Volums einen Rückstand, der bei vorsichtiger Sättigung mit kohlensaurem Kali Weinstein fallen lässt. Wegen des hohen Preises wird eine directe Fälschung mit Weinsäure selten oder nie vorkommen. Dagegen sind Recepte zur »Verstärkung« des Essigs häufig verkauft und angeboten worden, welche vorschreiben, 1 Thl. Weinstein mit 2 Thln. Schwefelsäure (50° B.) zu kochen. Es entsteht schwefelsaures Kali als Bodensatz und schwefelsäurehaltige Weinsäure als klare Lösung, welche letztere dem Essig zugesetzt werden soll.

Wenn viele Fabrikanten ihrem Essig eine kleine Dosis Weinstein zusetzen, um ihn im Geschmack dem ächten Weinessig ähnlicher zu machen, wie besonders oft mit Branntweinessig geschieht, so ist dies ein unschuldiges Mittel und keineswegs eine Fälschung zu nennen, obgleich die Säure dadurch augenscheinlich vermehrt und solcher Essig etwas höhere Grade am Acetimeter zeigen wird. —

Die Fälschungsmittel der zweiten Art sind: Gewöhnlicher, langer und spanischer Pfeffer, Senf, Bertramswurzel, Paradieskörner etc. Bei dem wenig markirten chemischen Verhalten dieser Substanzen oder vielmehr der scharfen Principien derselben, ist ein so bestimmter Nachweis, wie bei den vorigen, nicht ausführbar. Am sichersten ist es, den verdächtigen Essig genau zu neutralisiren: reiner Essig wird alsdann nur einen mild salzigen, verfälschter noch nebenbei einen brennend aromatischen Geschmack zeigen. Wenn die Gewürzbestandtheile weniger flüchtig sind, so lässt sich der beissende Geschmack durch Eindampfen erhöhen. Kn.

Essiggährung s. Essigfabrikation.

Essiggeist (Essigalkohol, Aceton, Mesitic-Alkohol, Mesityloxydhydrat, Oenyloxydhydrat, brenzlicher Essigspiritus). In unreiner Form seit langer Zeit bekannt, näher untersucht von L. Gmelin, Dumas, Kane u. A., im reinen Zustande zuerst dargestellt von J. L. Empirische Formel: C_3H_6O . Von gleicher procentischer Zusammensetzung mit Mesit.

Zusammensetzung (J. L.):

3 At. Kohlenstoff . . .	225,36	62,12
6 At. Wasserstoff . . .	37,44	10,32
1 At. Sauerstoff . . .	100,00	27,56
1 At. Aceton . . .	362,80	100,00

In Gasform:

1½ Vol. Kohlengas	1,2450
3 Vol. Wasserstoffgas	0,2065
½ Vol. Sauerstoffgas	0,5526
<hr/>	
1 Vol. gasförmiges Aceton	2,0041.

Das Aceton entsteht durch Zersetzung der Essigsäure in höherer Temperatur; 1 At. wasserfreie Essigsäure zerfällt dabei in Aceton und 1 At. Kohlensäure. Das Aceton bildet sich auf diese Art sowohl durch trockene Destillation der essigsauren Salze, wobei die gebildete Kohlensäure sich mit der Basis verbindet, als auch durch Einwirkung einer höheren Temperatur auf Essigsäuredampf. Neben Aceton und durch weitere Zersetzung desselben entstehen dabei zugleich brenzliche Oele (vergl. d. Art. Dumasin S. 620), Wasser und gasförmige Producte, unter Abscheidung von Kohle. Die essigsauren Salze mit schwächerer Basis geben im Destillat zugleich viel unzersetzte Essigsäure, und lassen ein Gemenge von Kohle und Oxyd, oder, wenn die Basis leicht reducirbar ist, ein Gemenge von Kohle und Metall als Rückstand. Neutrales essigsaures Bleioxyd verwandelt sich bei 280° in basisches Salz ($\bar{A}c_2 + 3PbO$), indem $\frac{1}{3}$ der Essigsäure ausgetrieben und in Kohlensäure und Aceton zersetzt wird. Das Aceton entsteht übrigens auch — bei Zusatz von gebranntem Kalk neben Metaceton — durch trockene Destillation aus Zucker, Holz, Citronensäure etc., seiner Bildung geht dann aber wahrscheinlich die der Essigsäure voraus.

Zur Darstellung des Acetons kann jedes essigsaure Salz mit stärkerer Basis, wie essigsaures Kali, essigsaures Natron oder essigsaure Kalkerde, benutzt werden. Dasselbe wird zu diesem Zweck vorher von seinem Krystallwasser befreit. Das essigsaure Bleioxyd giebt eine gröfsere Menge von Nebenproducten und ist deshalb zur Darstellung des Acetons weniger geeignet. Es kann jedoch nach Zeise zweckmäfsig dazu benutzt werden, wenn man es vor der Destillation mit Kalk vermischt, so dass durch Zersetzung essigsaurer Kalk entsteht. Man nimmt zu diesem Zweck auf 2 Theile krystallisirten Bleizucker 1 Theil gebrannten Kalk, zerreibt beide zu einem feinen Pulver, und vermischt sie innig mit einander, worauf nach einiger Zeit der Kalk unter Erwärmung sich mit dem Krystallwasser des Bleizuckers löschet, und letzteren zersetzt. Das essigsaure Salz oder das Gemisch von Bleizucker und Kalk wird in jedem Fall in eine Retorte oder eine eiserne Flasche gebracht, und darin allmähig bis zum Glühen erhitzt. Die entweichenden flüchtigen Producte leitet man durch ein gut abgekühltes Rohr in eine Vorlage, oder condensirt sie in mehreren mit einander in Verbindung stehenden Flaschen, die von einem Gemisch aus Eis und Wasser umgeben sind, und von denen die letzte mit einem Rohr zur Ableitung der nicht condensirten Gasarten versehen ist.

Nach J. L. und Pelouze bedient man sich zur Darstellung des Acetons am besten der concentrirten Essigsäure, indem man den Dampf derselben durch ein glühendes Rohr von Glas, Porzellan oder Eisen leitet, welches zur Vergrößerung der Oberfläche mit Kohlenstücken gefüllt seyn kann, und die Zersetzungsproducte auf angegebene Art condensirt. Das Rohr darf dabei nur bis zum anfangenden Rothglühen erhitzt werden; in stärkerer Hitze erhält man nur brenzliche Oele, brennbare Gasarten und Kohle als Zersetzungsproducte.

Um aus dem auf die eine oder andere Art gewonnenen Destillate reines Aceton zu erhalten, wird dasselbe zunächst durch ein nasses Filter von dem darauf schwimmenden Brandöl befreit. Den Rest desselben, welcher aufgelöst ist, sucht man zu entfernen, indem man die Flüssigkeit wiederholt mit einem fetten Oele schüttelt, worin das brenzliche Oel sich auflöst. Sie wird dann zur Entfernung der Essigsäure mit Kalkhydrat vermischt, und im Wasserbade destillirt, indem man die Destillation unterbricht, wenn etwa $\frac{2}{3}$ der Flüssigkeit übergegangen sind. Man destillirt sie dann für sich oder in Vermischung mit Wasser wiederholt im Wasserbade, bis auf dem dabei zurückbleibenden Wasser keine Spur von brenzlichem Oel mehr schwimmt. Durch Behandlung mit Chlorcalcium und Destillation über demselben wird endlich dem so gereinigten Aceton das beigemischte Wasser entzogen.

Das Aceton ist ein farbloses dünnflüssiges Liquidum von brennendem Geschmack und starkem eigenthümlichen Geruch, der dem des Essigäthers entfernt ähnlich ist. Bei 18° hat es ein spec. Gewicht von 0,7921. Mit Wasser, Alkohol und Holzgeist lässt es sich in allen Verhältnissen vermischen. Durch Chlorcalcium und Kalihydrat, die sich in Aceton nicht auflösen, wird es aus seiner Mischung mit Wasser abgeschieden. Es ist leicht entzündlich und verbrennt mit leuchtender Flamme. Unter gewöhnlichem Luftdruck siedet es bei $55,06^{\circ}$ und verwandelt sich in ein Gas von 2,006 spec. Gewicht (Dumas). Durch eine stark glühende Röhre geleitet, zersetzt sich dasselbe in brenzliche Oele, Wasser, Gasarten und Kohle. Versuche von Heintz machen es wahrscheinlich, dass das Aceton hierbei zunächst in Wasser und Mesityloxyd (s. u.) zerfällt, und dass erst durch weitere Zersetzung des letzteren die übrigen Producte entstehen. Heintz unterwarf nämlich das bei der Darstellung des Acetons aus Bleizucker und Kalk gebildete brenzliche Oel einer fractionirten Destillation, bei welcher dasselbe anfangs einen Siedepunkt von 120° zeigte, der später auf 300° stieg. Die ersten Portionen des Destillats waren farblos, und besaßen nach der Analyse die Zusammensetzung des Mesityloxyds. Das später übergehende Destillat war braun und theerartig, und hatte ebenfalls nicht die Zusammensetzung, die Kane dem sogenannten Dumasin beilegt.

An der Luft erleidet reines Aceton keine Veränderung. Bei Behandlung mit saurem chromsauren Kali bildet es Essigsäure und Kohlensäure. Uebermangansaures Kali erzeugt aus ihm eine eigenthümliche nicht näher untersuchte Säure. In Dampfform über erhitztes Kalihydrat geleitet, zersetzt es sich unter Bildung von Kohlensäure und Sumpfgas. Beim Erwärmen mit unterchlorigsaurer Kalkerde wird es unter Bildung von Kohlensäure und Formylchlorid zersetzt. Durch wässrige Kalilösung erleidet das Aceton keine Veränderung. Bringt man es aber mit pulverförmigem Kalihydrat in Berührung, so nimmt die Mischung unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft bald eine dunkelbraune Farbe an. Das Aceton zersetzt sich hierbei nach Löwig und Weidmann in Xylitöl und Xylitharz, die auf Zusatz von Wasser sich ausscheiden, in Essigsäure und einen flüchtigen Körper, der nach der Formel $C_5H_{18}O_3$ (?) zusammengesetzt ist. Kalium, wenn man dasselbe in kleinen Portionen und unter Abkühlung der Flüssigkeit, so dass keine Entzündung eintritt, mit Aceton in Berührung bringt, soll dieselben Producte erzeugen. Ist das Aceton im Moment

seiner Bildung mit arseniger Säure in Berührung, so zersetzt es sich mit derselben in Kakodyloxyd (s. d. Art.) und Kohlensäure. Durch Einwirkung von Phosphor auf Aceton entstehen nach Zeise die Acephossäure, Acephosgensäure und Phosphacetsäure, die im Art. Phosphacetsäure beschrieben werden; über Akcethin, Elathin, Melathin, Thakceton und Therythrin, Verbindungen, welche nach Zeise durch Einwirkung von Ammoniak und Schwefel auf Aceton entstehen, s. d. Art. Therythrin. Ueber Acechlorplatin und andere durch Behandlung des Acetons mit Chlorplatin entstehende Körper, s. d. Art. Mesityloxyd-Platinchlorür.

Nach der Untersuchung von Kane zeigt das Aceton in seinem chemischen Verhalten eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Alkohol, was Kane veranlasst hat, seine Zusammensetzung als der des Alkohols entsprechend anzusehen. Er nimmt das Doppelte der oben angegebenen Formel, $C_6H_{12}O_2$, als Ausdruck für die Zusammensetzung des Acetons an, indem er dasselbe als das Hydrat eines eigenthümlichen organischen Oxyds, als $C_6H_{10}O + H_2O$, betrachtet. Dieses Oxyd erhielt von ihm den Namen Mesityloxyd, Berzelius nannte es Oenyloxyd; das hypothetische Radical C_6H_{10} wurde Mesityl oder Oenyl genannt, und das Aceton erhielt hiernach auch die Namen Mesitic-Alkohol, Mesityl- oder Oenyloxydhydrat. Das Verhalten des Acetons, welches zu dieser Betrachtungsweise Veranlassung gab, soll, so weit es durch Kane's Untersuchung, die übrigens in jeder Hinsicht der Wiederholung und Ergänzung bedarf, ermittelt wurde, hier in der Kürze angegeben werden, während in Bezug auf die einzelnen von Kane beschriebenen Körper auf die betreffenden Artikel verwiesen wird. Es scheint aus demselben jedoch hervorzugehen, dass diese Betrachtungsweise der chemischen Constitution des Acetons nicht entspricht, und letzteres nicht in die Reihe der Alkoholarten gehört. Durch Einwirkung von Salzsäure oder Phosphorsuperchlorid auf Aceton entsteht aus demselben ein Körper von der Zusammensetzung $C_6H_{10}Cl_2$, das Mesitylchlorür; durch Behandlung mit Jod und Phosphor bildet sich eine entsprechende Jodverbindung. Wird das Mesitylchlorür mit Kali behandelt, so bildet es Chlorkalium und Mesityloxyd, $C_6H_{10}O$, ein Körper, der mit Metaceton gleich zusammengesetzt ist; dabei entsteht nicht wieder Aceton, wie es nach der angenommenen Betrachtungsweise geschehen müsste. Durch concentrirte Schwefelsäure werden dem Aceton die Elemente von 1 At. Wasser entzogen, und Mesityloxyd gebildet; dieses lässt sich aber nicht, wie eine Aetherart, aus der Flüssigkeit isoliren, es bildet vielmehr mit der Schwefelsäure zwei gepaarte Säuren, die Mesityloxyd-Schwefelsäure, $C_6H_{10}O, SO_3$, und die Mesityloxyd-Doppelschwefelsäure, $C_6H_{10}O, 2SO_3$. Die erstere dieser Säuren verbindet sich mit 1 At., die andere mit 2 At. Basis. Die Schwefelsäure behält also ihre Sättigungs-Capacität unverändert bei, und das Mesityloxyd erscheint in diesen Salzen nicht als Basis, wie der Aether in den Salzen der Aetherschwefelsäure, sondern als Paarling. Auch lässt sich das Aceton daraus nicht wieder darstellen. Durch Einwirkung von Phosphorsäure oder von Jod und Phosphor auf Aceton glaubt Kane ähnliche gepaarte Säuren von Phosphorsäure oder unterphosphoriger Säure dargestellt zu haben (s. Mesityloxyd-Phosphorsäure). Wird Aceton mit concentrirter Schwefelsäure destillirt, so werden ihm die Bestandtheile

von 2 At. Wasser entzogen, und es entsteht neben Essigsäure, schweflicher Säure und anderen Producten das Mesitylen C_6H_8 (?), von Berzelius Oenol genannt, aus welchem durch Behandlung mit Chlor ein Körper $C_6H_6Cl_2$ gebildet wird, den Kane Pteleychlorür genannt hat. Durch concentrirte Salpetersäure, welche auf Aceton eine lebhaft, oft von einer heftigen Explosion begleitete Wirkung ausübt, werden aus demselben zwei Körper gebildet, von denen nach Kane's Vermuthung der eine salpetrigsaures Pteleyoxyd, $C_6H_6O + N_2O_3$, der andere die dem Aldehyd der Alkoholreihe entsprechende Verbindung $C_6H_8O_2$ ist (s. Mesityl-Aldehyd). Wird das Aceton mit Chlorgas behandelt, so werden in ihm 2 Aeq. Wasserstoff durch Chlor ersetzt, und das sogenannte Mesityl-Chloral, $C_6H_8Cl_2O_2$, gebildet, aus welchem durch Alkalien eine eigenthümliche Säure, die Pteleysäure, erzeugt wird. Schn.

Essiglampe s. Essigsäure.

Essigmutter s. Essigfabrikation.

Essignaphta s. Essigäther.

Essigsalz s. Essigfabrikation.

Essigsäure, Acetylsäure, *Acidum aceticum*, *Acide acetique*.

Formel: $C_4H_6O_3$. Zeichen \overline{Ac} oder \overline{A} . Außer Verbindung mit Basen ist sie nur im wasserhaltigen Zustande bekannt.

Zusammensetzung der wasserfreien Säure:

4 At. Kohlenstoff	300,48	. . . .	47,10
6 » Wasserstoff	37,44	. . . .	5,87
3 » Sauerstoff	300,00	. . . .	47,03

1 At. wasserfreie Essigsäure 637,92 100,00

Zusammensetzung der wasserhaltigen Säure:

1 At. Essigsäure	637,92	. . . .	85,01
1 At. Wasser	112,48	. . . .	14,99

1 At. wasserhaltg. Essigsäure 750,40 100,00

In Dampfform hat die wasserfreie Essigsäure, wie aus dem specifischen Gewichte der Dämpfe ihrer Verbindungen, z. B. des Essigäthers, folgt, ein specifisches Gewicht von 3,525, wonach sie besteht aus 4 Vol. Kohlenstoffgas, 6 Vol. Wasserstoffgas und 3 Vol. Sauerstoffgas, condensirt zu 2 Vol. Der Dampf der wasserhaltigen Säure enthält in 1 Vol.

$\frac{2}{3}$ Vol. Essigsäuredampf = 2,350 oder $\frac{1}{2}$ Vol. Essigsäuredampf = 1,762
 $\frac{2}{3}$ Vol. Wasserdampf = 0,414 oder $\frac{1}{2}$ Vol. Wasserdampf = 0,311

1 Vol. dampfförmiges

Essigsäurehydrat = 2,764 oder = 2,073

Nach den Versuchen von Dumas, Bineau und Cahours ist das specifische Gewicht des Dampfes der wasserhaltigen Essigsäure, wenn man dasselbe bei Temperaturen von 145° bis 155° bestimmt, = 2,74 bis 2,86, also dem ersteren Condensations-Verhältniss entsprechend. Geschieht dagegen die Bestimmung der Dampfdichte bei 219° bis 231°, so findet man dieselbe nach Cahours = 2,12 bis 2,17, also mit dem letzteren Condensations-Verhältniss übereinstimmend. Im dampfförmigen Essigsäurehydrat sind hiernach Essigsäure- und Wasserdampf ohne

Condensation mit einander verbunden; bei Temperaturen, die dem Siedepunkte der wasserhaltigen Essigsäure nahe liegen, besitzt dasselbe indess eine grössere Dichtigkeit, von welcher — durch bei verschiedenen Temperaturen ausgeführte Dichtigkeits-Bestimmungen — wohl noch zu ermitteln ist, ob ihre Uebereinstimmung mit dem Condensations-Verhältniss von 4 : 3 zufällig ist oder nicht.

Die Essigsäure, im Gemenge mit vielem Wasser und verschiedenen anderen Substanzen, als Essig (s. d. Art. Essigfabrikation), seit den ältesten Zeiten bekannt, wurde in reinerer Form von Stahl und Westendorf, und als reines Hydrat von Lowitz 1793 zuerst dargestellt. Nach älteren Angaben (von Vauquelin, Hermbstädt u. A.) ist sie im Saft vieler Pflanzen, namentlich der Bäume (Esche, Eiche, Buche) aufgelöst enthalten, theils frei, theils in Verbindung mit Basen. Wenn gleich anzunehmen ist, dass sie hier, wie in den thierischen Flüssigkeiten, in denen man sie gefunden haben will, in vielen Fällen erst durch Zersetzung anderer Körper entstand, oder mit anderen Säuren verwechselt wurde, so scheinen doch neuere Versuche, z. B. die von v. Monro, nach denen die Rinde von *Viburnum Opulus* durch Destillation mit schwefelsäurehaltigem Wasser Essigsäure giebt, zu beweisen, dass sie in der That auch als Bestandtheil des lebenden Organismus vorkommt. Die gewöhnliche Art ihrer Entstehung ist indess die Zersetzung anderer organischer Körper, wobei sie unter sehr verschiedenartigen Umständen sich bildet. Die wichtigsten derselben, so weit man sie überhaupt kennt, sind folgende: 1) die trockene Destillation oder die Zersetzung organischer Körper in höherer Temperatur, wobei neben anderen Körpern sehr häufig Essigsäure als flüchtiges Zersetzungsproduct erhalten wird. In vorzüglich großer Menge entsteht sie auf diese Art aus Holz, Zucker, Gummi und anderen ähnlich zusammengesetzten Substanzen (s. d. Art. Holzeßig).

2) Einwirkung oxydirender Substanzen auf organische Körper, mit oder ohne Gegenwart einer Basis. Als Product derselben bildet sich, neben Ameisensäure, Oxalsäure, Kohlensäure und mancherlei anderen eigenthümlichen Verbindungen, sehr häufig Essigsäure. So entsteht sie aus vielen organischen Körpern durch Behandlung mit Salpetersäure, Chromsäure, Uebermangansäure, concentrirter Schwefelsäure oder Superoxyden. Aus Alkohol, Aether und den Aether-Verbindungen entstehen durch Einwirkung von Chlor oder anderen Salzbildern mannichfache Producte, aus denen durch Sauerstoff, Wasser, Alkalien etc. Essigsäure erzeugt wird (siehe Seite 180). Durch Behandlung mit heissem Kalikalk entsteht aus Alkohol unter Entwicklung von Wasserstoffgas essigsäures Kali. Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure und Bernsteinsäure geben durch Erhitzen mit Kalihydrat essigsäures und oxalsaures Kali; Rohrzucker wird durch Kochen mit concentrirter Kalilösung unter Entwicklung von Wasserstoffgas in Essigsäure, Oxalsäure, Ameisensäure und Metacetsäure zersetzt u. s. w.

3) Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft durch organische Körper (sogenannte Verwesung). Auf diese Weise entsteht die Essigsäure z. B. aus der salicyligen Säure; setzt man dieselbe bei Gegenwart eines Alkali's der Luft aus, so verwandelt sie sich nach P i r i a unter Sauerstoffaufnahme in Essigsäure und Melansäure. Die wichtigste hierher gehörende Entstehungsart der Essigsäure, weil sie das gewöhnliche Mittel zur Erzeugung dieser Säure bildet, ist indess die aus Alkohol. Wird

eine Flüssigkeit, welche Alkohol enthält, unter gewissen Umständen dem Zutritt der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so werden dem Alkohol = $C_4H_{12}O_2$, 2 Aeq. Wasserstoff entzogen, welche mit dem Sauerstoff der Luft Wasser bilden; aus dem Alkohol entsteht dadurch ein neuer Körper, das Aldehyd = $C_4H_8O_2$ (s. d. Art.), welcher indess bei genügendem Luftzutritt sogleich noch 2 Aeq. Sauerstoff aufnimmt und dadurch in wasserhaltige Essigsäure = $C_4H_6O_3 + H_2O$ oder $C_4H_8O_4$ übergeht, so dass demnach aus 1 At. Alkohol 3 At. Wasser und 1 At. wasserfreie Essigsäure gebildet werden. Diese Umwandlung, deren vollständige Kenntniss man J. L. verdankt, erleidet der Alkohol jedoch nicht, wenn er in reinem Zustande oder in bloßer Vermischung mit Wasser der Luft ausgesetzt wird; er bedarf dazu vielmehr noch der Gegenwart eines andern Körpers, welcher sie vermittelt. Bei der Erzeugung der Essigsäure, wie sie gewöhnlich ausgeführt wird, der sogenannten Essiggärung, ist dieser Körper eine organische Materie, eine Art von Ferment, welche im Verein mit einer angemessenen Temperatur und einer gewissen Verdünnung mit Wasser durch eine noch nicht genügend erklärbare Wirkung den Alkohol zur Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft disponirt. Die hierbei in Betracht kommenden Umstände sind in dem Art. Essigfabrikation näher angegeben. Nach der Entdeckung von Döbereiner besitzt außerdem das fein zerbeylte metallische Platin, namentlich als sogenannter Platinmohr oder Platinschwarz, — aus schwefelsaurem Platinoxid oder (nach J. L.) aus einer alkalischen Lösung von Platinchlorür durch Reduction mit Alkohol abgeschieden (s. d. Art. Platin) — die Eigenschaft, die Oxydation des Alkohols an der Luft und seine Verwandlung in Essigsäure zu vermitteln, und die Wirkung scheint in diesem Fall darin zu bestehen, dass das Platin in Berührung mit Sauerstoff und Alkoholdämpfen beide absorbiert und verdichtet und dadurch zur gegenseitigen Einwirkung befähigt. Um durch Platinschwarz — in der sogenannten Döbereiner'schen Essiglampe — im kleinen Alkohol in Essigsäure zu verwandeln, befeuchtet man dasselbe mit etwas Wasser, damit es in der Alkohol-Atmosphäre nicht in's Glühen komme, und dadurch eine förmliche Verbrennung des Alkohols zu Kohlensäure und Wasser bedinge, und breitet es als eine $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie dicke Schicht auf mehreren Uhrgläsern aus, die man dann durch Aufhängung an einem Platindraht, oder mittelst eines kleinen Gerüsts über einer flachen gläsernen Schale anbringt, in welche etwas Weingeist gegossen wird. Um die Verdunstung desselben zu befördern, kann man am Rande der Schale etwas Fließpapier anbringen, so dass er von demselben aufgesogen wird und dadurch eine größere Oberfläche erhält. Das Ganze wird dann mit einer geräumigen oben offenen Glasglocke bedeckt und an einem hellen Orte bei 20° bis 24° stehen gelassen. Der aus der Schale aufsteigende Alkoholdampf wird nun in Berührung mit dem Platin durch den Sauerstoff der Luft in Essigsäure verwandelt, welche in Dämpfen von dem Platin aufsteigt, aber an der Wand der Glocke sich condensirt und in Streifen herabfließt, so dass sie, wenn man die Glocke mit ihrem Inhalt in eine größere Schale gestellt hat, in derselben sich ansammelt. Der Process geht so lange fort, bis der Sauerstoff der in der Glocke befindlichen Luft verbraucht ist; man muss dann dieselbe lüften und mit frischer Luft füllen, worauf die Essigsäurebildung fortgeht, so lange noch Weingeist vorhanden ist. Das Product dieser Operation besteht indess nicht bloß aus Essigsäure und Wasser,

sondern enthält zugleich Acetal (s. d. Art.) und in geringerer Menge Aldehyd und Essigäther, kann indess durch Sättigung mit einer Basis und Destillation von diesen flüchtigen Beimengungen befreit werden. Auch kann durch Herstellung eines stärkeren Luftwechsels, so dass immer überschüssiger Sauerstoff mit den Alkoholdämpfen in Berührung ist, ihre Menge sehr verringert und ihre Bildung vielleicht fast ganz gehindert werden.

4) Freiwillige Zersetzung (Fäulniss) organischer Körper? Ob dadurch, unabhängig von dem Zutritte der Luft, auch Essigsäure entstehen könne, wie es mit Buttersäure der Fall ist, dürfte wohl noch als zweifelhaft angesehen werden. Aus feuchten und mit heftigen Theilen vermischem weinsauren Kalk entsteht durch freiwillige Zersetzung der Weinsäure eine flüchtige Säure, die Nöllner, welcher sie entdeckte, Pseudoessigsäure nannte, die aber nach Berzelius ein Gemisch von Essigsäure und Buttersäure, nach Nicles dagegen in gewissen Fällen eine eigenthümliche Säure ist (Centr. 1846). Essigsäure bildet sich ferner, wie J. L. nachgewiesen hat, bei der Fäulniss des Harns, wahrscheinlich aus dem Farbstoffe desselben; ihre Entstehung scheint aber in diesem Falle durch Luftzutritt bedingt zu seyn.

Aus dem gewöhnlichen Essig kann durch Destillation ziemlich reine Essigsäure dargestellt werden, aber gemischt mit vielem Wasser, welches Gemisch dann destillirter Essig, *Acetum destillatum*, genannt wird. Zur Bereitung desselben kann eine kupferne Destillirblase dienen, welche aber mit Helm und Kühlapparat aus reinem Zinn versehen seyn muss, weil das Kupfer bei Gegenwart von Essigsäuredampf und Luft allmählig sich oxydirt und auflöst. In geringerem Maasse geschieht dies indess auch mit dem Zinn, und nur bei Anwendung eines Helms und Kühlapparates aus Glas, Porzellan oder reinem Silber wird das Destillat ganz metallfrei. Der Essig wird, um das Destillat möglichst frei von brenzlichem Geruche zu erhalten, in der Blase mit $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{15}$ seines Gewichts frisch ausgeglühter, gröblich gepulverter Holzkohle vermischt, und im Anfange langsam erwärmt, weil die Kohlensäure, welche häufig im Essig enthalten ist, leicht ein starkes Schäumen veranlasst. Im Anfange destillirt fast reines Wasser über, gemischt mit etwas Weingeist, wenn der Essig solchen enthielt; erst später wird die weniger flüchtige Essigsäure in Dampf verwandelt, und das Destillat wird immer reicher daran, je länger man die Destillation fortsetzt. Das erste Destillat, etwa $\frac{1}{16}$ des angewandten Essigs, wird daher für sich genommen, bis die Flüssigkeit einen rein sauren Geruch und Geschmack annimmt, von welchem Zeitpunkt an man sie als destillirten Essig sammelt. Indem bei der Destillation der Inhalt der Blase sich concentrirt, und sein Siedepunkt steigt, werden die nicht flüchtigen organischen Stoffe, welche gewöhnlich im Essig enthalten sind, allmählig zersetzt, und bilden flüchtige Producte, die dem Destillat einen brenzlichen Geruch und Geschmack ertheilen. Sobald dies eintritt, kann natürlich durch fortgesetzte Destillation keine reine Essigsäure mehr erhalten werden, obgleich der Rückstand in der Blase noch eine beträchtliche Menge davon enthält. Um diese noch theilweise zu gewinnen, kann man den Inhalt der Blase wieder mit Wasser vermischen und mit Zusatz von etwas frischer Kohle nochmals der Destillation unterwerfen. Der so erhaltene destillirte Essig ist eine farblose klare Flüssigkeit von geringerem Säuregehalt, als der angewandte rohe Essig. Gewöhnlich hat er 1,01 bis 1,015 specif. Gew. Um ihn zu concentriren,

wandte man früher das Mittel an, ihn einer starken Kälte auszusetzen, wobei ein Theil des Wassers erstarrt, während die Essigsäure, mit einer geringeren Menge Wasser gemischt, flüssig bleibt. Auch durch Destillation mit Kohle kann er verstärkt werden. Die Kohle übt auf die Essigsäure, wie auf andere Stoffe, eine gewisse Anziehung aus, und erschwert dadurch das Verdampfen derselben, so dass verdünnte Essigsäure, mit einer verhältnissmäßig grossen Menge Kohle gemischt, bei der Destillation im Anfange fast reines Wasser, später dagegen eine stärkere Säure giebt, die durch wiederholte Destillation über Kohle wieder einen Antheil Wasser verliert, und durch öftere Wiederholung dieser Operation nach Lowitz so weit verstärkt werden kann, dass sie durch Abkühlung krystallisirtes Essigsäurehydrat giebt.

Das beste Mittel, reines Essigsäurehydrat oder eine concentrirte Essigsäure darzustellen, ist indess die Zersetzung eines essigsauren Salzes. Früher benutzte man dazu das essigsaure Kupferoxyd (Grünspan), und zersetzte dasselbe durch trockene Destillation. Man erhielt dadurch den sogenannten Kupferspiritus, eine Flüssigkeit, die neben ziemlich concentrirter Essigsäure eine beträchtliche Menge Aceton (s. Essiggeist) und brenzliche Producte enthält. Gegenwärtig wird die Essigsäure nur auf die Weise dargestellt, dass man ein essigsaures Salz durch eine stärkere Säure zersetzt. Das dazu nöthige Salz wird entweder durch Neutralisiren des destillirten Essigs mit kohlen saurem Kali oder Natron und Abdampfen dargestellt, oder man verwendet zur Bereitung der Essigsäure das essigsaure Bleioxyd (Bleizucker) oder essigsaure Natron, Salze, die im Grossen fabrikmässig gewonnen werden (s. d. Art. Essigsaures Bleioxyd und Holzessig).

Um aus Bleizucker Essigsäurehydrat darzustellen, wird derselbe zunächst von seinem Krystallwasser befreit, was am einfachsten dadurch geschieht, dass man ihn, zu feinem Pulver zerrieben, an einem warmen Orte oder im luftleeren Raume über Schwefelsäure einige Zeit liegen lässt, so dass er den grössten Theil des Wassers verliert, und beim Erwärmen nicht mehr durch den Wassergehalt flüssig wird, worauf man ihn einige Zeit auf 100° bis 150° erwärmt, bis er nicht mehr an Gewicht verliert. Statt dessen kann man ihn auch durch vorsichtiges Erhitzen in einer Porzellanschale von seinem Krystallwasser befreien, indem man ihn beständig umrührt, und die Erhitzung fortsetzt, bis die anfangs durch das Krystallwasser flüssig gewordene Masse sich in ein staubig trockenes Pulver verwandelt hat. Dabei ist indess zu beachten, dass die Temperatur nicht zu hoch steige, weil in stärkerer Hitze (bei ungefähr 280°) der Bleizucker in basisch essigsaures Bleioxyd, Aceton und Kohlensäure zersetzt wird (vergl. Seite 1019). Das entwässerte Salz wird hierauf in eine Retorte gebracht und mit $\frac{3}{10}$ seines Gewichtes Schwefelsäurehydrat, die vorher durch Kochen von beigemengtem Wasser und salpetriger Säure befreit wurde, übergossen. Die Säure wird zweckmässig vorher abgekühlt, weil sie in Berührung mit dem Bleizucker leicht eine beträchtliche Temperaturerhöhung hervorbringt, die nicht nur die frei gewordene Essigsäure sogleich theilweise in Dampf verwandelt, sondern auch bewirkt, dass ein Theil derselben sich mit der Schwefelsäure zersetzt, unter Bildung von Wasser, Kohlensäure und schwefliger Säure, die sich dem Destillat beismischen. Nach dem Zusatz der Säure lässt man den Apparat mit angelegter Vorlage einige Zeit stehen, damit sie Zeit habe, sich mit dem Bleizucker gleichförmig zu mischen, worauf die Essigsäure, die nun auch we-

niger mit freier Schwefelsäure in Berührung kommt, abdestillirt wird. Von schweflicher Säure, wenn sie diese dennoch enthält, muss sie dann befreit werden durch Schütteln mit Bleisuperoxyd, welches sich dann mit der schweflichen Säure in weisses schwefelsaures Bleioxyd verwandelt. Man setzt von demselben so lange hinzu, bis es beim Schütteln mit der Flüssigkeit seine Farbe nicht mehr ändert, lässt dann das Pulver sich absetzen, und reinigt die Essigsäure durch nochmalige Destillation. Sie ist gewöhnlich, selbst wenn der Bleizucker und die Schwefelsäure möglichst vollständig entwässert wurden, nicht reines Hydrat, sondern besitzt einen größeren Wassergehalt, weil durch die Zersetzung der Schwefelsäure aus ihren Bestandtheilen fast immer eine gewisse Menge Wasser gebildet wird. Man kann indess aus ihr das Essigsäurehydrat abscheiden, indem man die letzten zwei Drittheile des Destillats, welche daran verhältnissmäßig reicher sind, als das erste, von diesem absondert, und in einem verschlossenen Gefäße einer Temperatur von 4° bis 5° aussetzt. Das Essigsäurehydrat wird dadurch zum Erstarren gebracht, und scheidet sich in Krystallen aus, während eine mehr wässrige Säure darüber flüssig bleibt, die man von den Krystallen abgießt. Durch Schmelzen und nochmalige Krystallisation kann das Hydrat noch vollständiger von beigemengtem Wasser befreit werden.

Die Beimischung des Wassers kann nach Mitscherlich vermieden und unmittelbar durch Destillation aus dem Bleizucker reines Essigsäurehydrat erhalten werden, wenn man zur Zersetzung desselben statt Schwefelsäure zweifach-schwefelsaures Kali ($\text{KO}, \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}, \text{SO}_3$) anwendet, indem die zersetzende Einwirkung der Schwefelsäure auf die Essigsäure in diesem Fall nicht stattfindet. Das zweifach-schwefelsaure Kali — erhalten durch Vermischen von 100 Thln. schwefelsauren Kalis mit 56 Thln. englischer Schwefelsäure, und Erhitzen des Gemisches bis zum Schmelzen des gebildeten Salzes, so lange noch in der flüssigen Masse durch das Entweichen des dem Schwefelsäurehydrat beigemengten Wassers ein Sieden stattfindet — wird zu diesem Zweck fein gepulvert und dann mit einer gleichen Gewichtsmenge entwässerten Bleizuckers innig gemengt, indem man dabei für die Abhaltung aller Feuchtigkeit Sorge trägt. Das Gemenge wird dann sogleich in eine Retorte gebracht und der Destillation unterworfen. Die Hälfte der Säure des Kalisalzes verbindet sich dabei mit dem Bleioxyd, und giebt ihr Hydratwasser an die Essigsäure ab, so dass ein Gemenge von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Bleioxyd in der Retorte zurückbleibt.

Aus dem essigsauren Natron wird die Säure durch Destillation mit Schwefelsäure auf dieselbe Weise wie aus Bleizucker dargestellt. Soll sie möglichst wenig Wasser enthalten, so muss das Salz zuvor entwässert werden, was dadurch geschieht, dass man es erhitzt, bis es sich im Krystallwasser aufgelöst hat, und dann unter Umrühren so lange in dieser Temperatur erhält, bis es staubig trocken geworden ist. Zur Zersetzung nimmt man auf 1 Aeq. essigsaures Natron (= 1 Thl. des wasserfreien oder 1,65 Thle. des krystallisirten Salzes) 2 Aeq. Schwefelsäurehydrat (= 1,18 Thle. concentrirter Schwefelsäure), so dass zweifach-schwefelsaures Natron als Rückstand bleibt. Bei Anwendung von concentrirter Schwefelsäure findet dieselbe starke Erwärmung und partielle Zersetzung der Essigsäure Statt, wie sie oben angegeben wurde. Zur Darstellung einer verdünnteren Essigsäure ist es daher zweckmäßig, die Schwefelsäure vorher mit einer angemessenen Menge

Wasser zu vermischen. (Die fabrikmässige Darstellung siehe im Artikel: Holzessig.)

Ein interessantes Verfahren, reines Essigsäurehydrat darzustellen, hat M e l s e n s angegeben. Man nimmt zweifach-essigsäures Kali ($\text{KO}, \overline{\text{Ac}} + \text{H}_2\text{O}, \overline{\text{Ac}}$) und setzt dasselbe, nachdem es durch Trocknen bei 120° von seinem Krystallwasser befreit worden, in einem Destillirapparate einer über 200° liegenden Temperatur aus. Es zersetzt sich dabei in reines Essigsäurehydrat, welches überdestillirt und in der Vorlage krystallisirt, und in neutrales essigsäures Kali. Bei 300° fängt letzteres ebenfalls an, sich zu zersetzen, weshalb die Temperatur nicht so weit gesteigert werden darf. Eine verdünnte Essigsäure kann auch durch Destillation mit neutralem essigsäuren Kali concentrirt werden, indem im Anfange fast reines Wasser überdestillirt, bis das Salz trocken geworden ist, worauf es bei stärkerem Erhitzen die Essigsäure als reines Hydrat, oder mit dem Krystallwasser des Salzes gemischt, wieder abgiebt.

Die wasserhaltige Essigsäure oder das Essigsäurehydrat ist eine farblose, klare Flüssigkeit von starkem, angenehm saurem Geruche. Auf die Haut wirkt sie ätzend, ähnlich wie die Ameisensäure. Bringt man sie auf eine empfindliche Stelle derselben, so erzeugt sie weisse Blasen, die später in schmerzhaftes, langsam heilende Wunden übergehen. Ihr Geschmack ist brennend und äusserst sauer. Bei einer Temperatur von 16° bis 17° — nach anderen Angaben erst bei 4° bis 5° — wird sie starr und verwandelt sich in grosse farblose, blätterige Krystalle von noch nicht genau bestimmter Form, die bei grösserer Wärme wieder flüssig werden. Sie siedet unter gewöhnlichem Luftdruck bei 120° und verwandelt sich in ein farbloses Gas von oben angegebener Dichtigkeit, welches an der Luft gleich Alkoholdampf mit blauer Flamme brennen kann. Mit Wasser, Alkohol, Aether und vielen ätherischen Oelen ist die concentrirte Essigsäure in allen Verhältnissen mischbar. Sie ist ein Auflösungsmittel für Camphor, viele Harze und mancherlei andere organische Körper. Ohne Vermischung mit Wasser zeigt sie nach P e l o u z e ein auffallend indifferentes Verhalten. Sie röthet trockenes Lackmuspapier nicht, und entwickelt aus Kreide keine Kohlensäure, während reine Kalkerde sich sogleich in ihr auflöst. Die kohlensäuren Salze von Kali, Natron und Bleioxyd zersetzt sie nur langsam und gar nicht, wenn man sie mit dem mehrfachen Volum wasserfreien Alkohols gemischt hat. Setzt man ein solches Gemisch zu einer concentrirten Lösung von kohlensäurem Kali, so wird dasselbe ohne Entwicklung von Kohlensäure niedergeschlagen.

Die concentrirte Essigsäure hat grosse Neigung, noch mehr Wasser aufzunehmen. Lässt man sie in offenen Gefässen der Luft ausgesetzt stehen, so condensirt sie den Wasserdampf derselben zu Wasser, und verbindet sich damit, so dass ihre Concentration immer geringer wird. Mischt man sie mit Wasser, so findet Erwärmung Statt. Sie bildet dabei mit einer gewissen Menge Wasser chemische Verbindungen, die mehr als 1 Atom Wasser enthalten, wie aus der eigenthümlichen Aenderung des specifischen Gewichtes hervorgeht, welche sie beim Vermischen mit Wasser erleidet. Während nämlich das Essigsäurehydrat, welches in 110 Thln. 93,5 Thle. Essigsäure und 16,5 Thle.

Wasser enthält, ein spec. Gew. von 1,063 besitzt, hat nach den Versuchen von Mollérat ein Gemisch aus:

110 Thln. Essigsäurehydrat und 10 Thln. Wasser ein spec. Gew. von 1,0742
110 " " " " 22,5 " " " " " 1,0770
110 " " " " 32,5 " " " " " 1,0791
110 " " " " 43,0 " " " " " 1,0763
110 " " " " 55,0 " " " " " 1,0742
110 " " " " 66,5 " " " " " 1,0728
110 " " " " 97,5 " " " " " 1,0658
110 " " " " 108,5 " " " " " 1,0637
110 " " " " 118,2 " " " " " 1,0630

Beim Vermischen des Essigsäurehydrats mit Wasser findet hiernach im Anfange eine Verdichtung Statt, bis das Verhältniss von 32,5 Thln. Wasser zu 110 Thln. Essigsäurehydrat, welches dem Verhältniss von 2 At. des ersteren auf 1 At. des letzteren, oder dem von 3 At. Wasser auf 1 At. Essigsäure entspricht, erreicht ist, bei welchem das Maximum der Verdichtung eintritt; fügt man noch mehr Wasser hinzu, so nimmt das spec. Gewicht der Mischung wieder ab, so dass ein Gemisch von 110 Thln. Essigsäurehydrat und 118,2 Thln. Wasser, welches nahezu 8 At. Wasser auf 1 At. Essigsäure enthält, dasselbe spec. Gewicht besitzt wie das Essigsäurehydrat. Es ist hiernach anzunehmen, dass die Essigsäure noch 2 At. Wasser aufnehmen und damit ein zweites Hydrat bilden kann, welches aus 1 At. Säure und 3 At. Wasser besteht, und unter den Verbindungen der Essigsäure mit Wasser die grösste Dichtigkeit besitzt. In starrem Zustande ist dasselbe bis jetzt nicht bekannt; es siedet bei 104°, zersetzt sich aber dabei wahrscheinlich in das erste Hydrat und in Wasser. Eine Essigsäure mit grösserem Wassergehalt ist als ein Gemisch dieses Hydrats mit Wasser, eine solche mit geringerem Wassergehalt vielleicht als ein Gemisch dieses Hydrats mit dem ersten Hydrat anzusehen. Nach Berzelius scheint indess auch eine Verbindung von 1 At. Essigsäure mit 2 At. Wasser zu existiren. Diese wird erhalten, wenn man eine concentrirte Essigsäure, die nicht eher als unter 0° erstarrt, bis — 4° abkühlt, und, wenn bei dieser Temperatur die Krystallisation beendigt ist, das Flüssige abgießt, wobei die Temperatur sich nicht erhöhen darf. Die abgegossene Flüssigkeit enthält dann 26,07 Proc. Wasser, krystallisirt nicht, und hat ein spec. Gewicht = 1,075. Der erstarrte Antheil würde hiernach, wenn die angewandte Essigsäure mehr als 2 At. Wasser enthielt, aus Eis, bei geringerem Wassergehalt dagegen aus dem Hydrat mit 1 At. Wasser bestehen.

Die Essigsäure ist nicht leicht zersetzbar. Leitet man sie in Dampf- form durch ein schwach glühendes Rohr, so zerlegt sie sich in Wasser, Kohlensäure und Aceton (s. Essiggeist), welches in stärkerer Hitze unter Abscheidung von Koble in andere Verbindungen zerfällt. Kräftig einwirkende Oxydationsmittel verwandeln die Essigsäure in Ameisensäure. Sie reducirt Goldoxyd, aber nicht die Oxyde von Silber und Quecksilber. Ihre Zersetzung durch concentrirte Schwefelsäure wurde bereits angeführt. Durch Einwirkung wasserfreier Schwefelsäure bildet sie eine gepaarte Säure (s. Essigschwefelsäure). Sie absorbirt nach Reinsch das Stickoxydgas, und bildet damit unter gewissen Umständen eine tief blau gefärbte Flüssigkeit oder blaue Krystalle. Durch Einwirkung von Chlor im Sonnenlicht verwandelt sie sich in Chloressigsäure (s. d. Art. Chloracetylsäure S. 177). Lässt man aber

trockenes Chlorgas im Schatten auf Essigsäurehydrat wirken, so wird nach Leblanc in demselben blofs 1 Aeq. Wasserstoff durch Chlor ersetzt und eine Säure von der Zusammensetzung $C_4H_3Cl_2O_3$ gebildet. Man erhält dieselbe in Verbindung mit Silberoxyd, indem man nach beendeter Einwirkung des Chlors, die selbst bei 100^0 sehr langsam erfolgt, die Flüssigkeit durch Kohlensäuregas von Chlor- und Salzsäuregas befreit, dann mit Silberoxyd sättigt und im Vacuo abdampft. Dabei krystallisirt zuerst essigsäures Silberoxyd, dann aber ein anderes Salz in glänzenden weissen Schuppen, die in Wasser sich leicht lösen, und am Licht sich rasch verändern. Dasselbe ist nach der Formel $C_4H_4Cl_2O_3 + AgO$ zusammengesetzt.

Schn.

Essigsäure Salze. Die Essigsäure gehört zu den stärkeren Säuren, obschon sie in Affinität zu den Basen der Ameisensäure nachsteht. Eisen und die anderen wasserzersetzenden Metalle werden von der verdünnten Säure unter Entwicklung von Wasserstoff- oder Schwefelwasserstoffgas aufgelöst, wenn man sie im metallischen Zustande oder als Schwefelverbindung mit ihr in Berührung bringt. Kupfer, Blei und andere Metalle von ähnlichem Verhalten oxydiren sich und verwandeln sich in essigsäure Salze, wenn sie bei Gegenwart von wässerigen Essigsäure-Dämpfen der Einwirkung der Luft ausgesetzt sind. Gefäße, welche aus diesen Metallen bestehen, werden daher von einer Flüssigkeit, die freie Essigsäure enthält, so lange nicht merklich angegriffen, als sie lebhaft kocht und die Luft durch die dabei gebildeten Dämpfe von der Gefäßwand abgehalten wird. Erst beim Erkalten, oder wenn man die Flüssigkeit bei gewöhnlicher Temperatur längere Zeit in dem Gefäße stehen lässt, findet, wenn dabei die Luft Zutreten kann, allmälige Oxydation und Auflösung des Metalls statt. Man stellt die meisten essigsäuren Salze dar, entweder, indem man das Oxyd oder kohlensäure Salz des betreffenden Metalls in der verdünnten Säure auflöst oder indem man das schwefelsäure Salz derselben mit essigsäurem Bleioxyd zersetzt. Die neutralen sind so zusammengesetzt, dass der Sauerstoffgehalt der in ihnen enthaltenen Säure dreimal so groß ist, als der der Basis. Die Mehrzahl von ihnen ist krystallisirbar, gewöhnlich unter Aufnahme von Wasser. Mit Ausnahme des Silberoxyd- und des Quecksilberoxydulsalzes, welche schwer lösliche Niederschläge bilden, sind fast alle leicht löslich in Wasser und in Weingeist. Von Kali und Ammoniumoxyd, und, weniger entschieden, vom Zinkoxyd, sind saure Salze bekannt, in denen die Menge der Säure verdoppelt ist. Mehrere Metalloxyde, namentlich die von Blei und Kupfer, bilden mit der Essigsäure eine Reihe basischer Verbindungen, die zum Theil unlöslich oder schwer löslich sind. Mit mancherlei anderen Salzen gehen die essigsäuren Salze Doppelverbindungen ein. In Berührung mit Kohlensäure erleiden manche eine langsame Zersetzung, indem Essigsäure frei wird und entweicht. Auch durch Erwärmen bis zu einem gewissen Grade, oder indem man ihre Auflösung anhaltend kocht, wird aus manchen ein Theil der Säure ausgetrieben, oft unter Bildung eines basischen Salzes. Durch stärkeres Erhitzen werden sie vollständig zersetzt. Als Hauptproducte giebt die Essigsäure hierbei Aceton $= C_3H_6O$ (s. Essiggeist) und 1 At. Kohlensäure, welche mit der Basis sich verbindet. Je nach der Natur der letzteren ist diese Zersetzungsweise verschiedentlich modificirt.

Bei den essigsäuren Salzen der Alkalien und alkalischen Erden tritt sie am reinsten auf; das entweichende Aceton ist hier von nur verhältnissmäßig geringen Mengen brenzlicher Oele und gasförmiger Producte begleitet, die unter Abscheidung von Kohle durch Zersetzung des Acetons, oder indem ein Theil der Essigsäure eine andere Zersetzung erleidet, gebildet werden. Die essigsäuren Salze der schwächeren Basen geben dagegen ein Destillat, welches neben mehr oder weniger Aceton und brenzlichem Oel viel unzersetzte Essigsäure enthält, und lassen ein Gemenge von Kohle und Metalloxyd, oder das letztere zum Theil durch die Kohle reducirt, zurück. Wird ein essigsäures Salz mit überschüssigem Kali- oder Barythydrat gemengt, und das Gemenge erhitzt, so zersetzt sich die Essigsäure mit den Elementen von 1 At. Wasser in entweichendes Sumpfgas (C_2H_8) und in 2 At. Kohlensäure, die mit dem Kali oder Baryt sich verbindet. Zu grosser Ueberschuss des Hydrats bewirkt die gleichzeitige Entwicklung von Wasserstoffgas.

Die essigsäuren Salze sind leicht zu erkennen durch den charakteristischen Essigsäure-Geruch, den sie entwickeln, wenn man sie trocken oder in concentrirter Auflösung mit Schwefelsäure vermischt. Durch Destillation giebt das Gemisch Essigsäure, die durch ihre Eigenschaft, bei Digestion mit überschüssigem Bleioxyd ein lösliches basisches Bleisalz von alkalischer Reaction zu bilden, noch bestimmter von anderen ähnlichen Säuren unterschieden werden kann. In nicht zu verdünnter Auflösung geben die essigsäuren Salze mit salpetersaurem Silberoxyd und salpetersaurem Quecksilberoxydul farblose krystallinische Niederschläge, die beim Kochen sich auflösen und beim Erkalten wieder in deutlichen Krystallen sich ausscheiden. Beim Vermischen ihrer Auflösung mit Eisenchlorid nimmt die Flüssigkeit eine mehr oder weniger tief rubinrothe Farbe an, und lässt, wenn man sie mit vielem Wasser vermischt, und dann zum Kochen erhitzt, basisch essigsäures Eisenoxyd als braunen Niederschlag fallen. Auch die Bildung des Kakodyloxyds beim Erhitzen mit arseniger Säure kann als empfindliches Reagens auf Essigsäure dienen. Die Essigsäure wird zu diesem Zweck, wenn das zu untersuchende Salz nicht schon ein Alkalisalz ist, zunächst an Kali gebunden, indem man entweder die durch Destillation mit Schwefelsäure aus dem Salz abgeschiedene Säure mit Kali neutralisirt, oder — was wahrscheinlich denselben Erfolg hat — das Salz direct mit Kali vermischt, dann in jedem Fall eintrocknet, den trockenen Rückstand mit etwas arseniger Säure vermischt und das Gemisch in einer Glasröhre erhitzt, wobei selbst in sehr geringer Menge vorhandene Essigsäure durch den penetranten Geruch des Kakodyloxyds sich zu erkennen giebt. Von den Salzen der Ameisensäure unterscheiden sich die essigsäuren Salze durch ihr Verhalten zu salpetersaurem Silberoxyd, welches sie nicht reduciren, wie es bei ersteren der Fall ist. Sind beide mit einander gemischt, so kann man die Essigsäure nachweisen und von der Ameisensäure trennen, indem man das Salzgemisch mit Schwefelsäure destillirt, das Destillat mit Bleioxyd sättigt und das durch Verdampfen erhaltene Bleisalz mit Weingeist behandelt, welcher das essigsäure Bleioxyd, mit Zurücklassung des ameisen-säuren, auflöst, worauf in den so getrennten Salzen die Säure leicht nachzuweisen ist.

Essigsäures Aethyloxyd, s. Essigäther.

Essigsäures Ammoniumoxyd, neutrales, $\overline{\text{Ac}}, \text{N}_2\text{H}_8\text{O}$. Entsteht in aufgelöster Form, wenn man Ammoniak mit Essigsäure neutralisirt. Durch Abdampfen dieser Auflösung in der Wärme, wobei dieselbe einen ganz eigenthümlichen Geruch entwickelt, lässt es sich nicht im starren Zustande darstellen, weil es theils mit dem Wasser sich verflüchtigt, theils Ammoniak verliert und in saures Salz übergeht. Durch Abdampfen im luftleeren Raume neben Schwefelsäure giebt die Auflösung nach Thomson säulenförmige Krystalle, welche Lackmus nur schwach röthen, und vielleicht neutrales Salz sind. Man kann es darstellen, indem man das saure Salz im Wasserbade schmilzt, und trockenes Ammoniakgas hineinleitet, bis die Masse starr geworden ist, oder indem man Essigsäurehydrat mit trockenem Ammoniakgas sättigt. Es bildet eine weiße Salzmasse ohne Geruch und von unangenehm, salzig stechendem Geschmack, leicht löslich in Wasser und Alkohol. In wässriger Auflösung zersetzt es sich allmählig unter Bildung von kohlensaurem Ammoniak. Mit verschiedenen Salzen bildet es leicht lösliche Doppelverbindungen, die wenig untersucht sind (vergl. schwefelsaures Bleioxyd). Seine wässrige Lösung löst kohlensaures und schwefelsaures Bleioxyd in beträchtlicher Menge auf. Auch phosphorsaures und oxalsaures Bleioxyd, und in geringem Grade schwefelsaurer Kalk und Baryt sind darin auflöslich. Die wässrige Auflösung des essigsäuren Ammoniaks wird unter dem Namen *Liquor Ammonii acetici*, *Spiritus Mindereri*, Minderer's Geist, als Arzneimittel angewandt. Saures essigsäures Ammoniumoxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{N}_2\text{H}_8\text{O} + \overline{\text{Ac}}, \text{H}_2\text{O}$, entsteht durch Zersetzung des neutralen Salzes in der Wärme. Man kann es auch darstellen, indem man essigsäures Kali mit seiner gleichen Gewichtsmenge Salmiak innig mengt, und das Gemenge destillirt, wobei die Hälfte des Ammoniaks entweicht, und das saure Ammoniaksalz als eine schwere dicke Flüssigkeit überdestillirt, die in der Vorlage zu einer strahlig-krySTALLINISCHEN farblosen Masse erstarrt. Es schmilzt bei 76° und lässt sich bei 120° unverändert sublimiren. Es reagirt sauer, wird von Wasser und Alkohol sehr leicht aufgelöst, und zerfließt an feuchter Luft. Aus der in der Wärme gesättigten wässrigen Auflösung scheidet es sich beim Erkalten in langen nadelförmigen Krystallen aus.

Essigsäures Antimonoxyd ist leicht auflöslich und lässt sich in Krystallen darstellen.

Essigsaurer Baryt, $\overline{\text{Ac}}, \text{BaO}$. Bildet, wenn die Krystallisation bei einer über 15° liegenden Temperatur geschieht, farblose, schiefe, rhomboidische Säulen, die 1 At. Krystallwasser enthalten, und an der Luft verwittern ohne ihre Form zu verlieren. Es reagirt schwach alkalisch und besitzt einen widerlich stechenden Geschmack. Die Krystalle erfordern 1,75 Thle. kalten und 1,03 Thl. siedenden Wassers zur Auflösung. Nach J. L. löst kaltes Wasser mehr davon als warmes. Weingeist löst bei gewöhnlicher Temperatur $\frac{1}{100}$, bei Siedhitze $\frac{1}{67}$ seines Gewichts davon auf. Lässt man das Salz bei einer unter 15° liegenden Temperatur krystallisiren, so bildet es Krystalle von der Form des Bleizuckers, die 3 At. Krystallwasser enthalten und in trockener Luft zerfallen.

Essigsäure Beryllerde, $\overline{\text{Ac}}_3, \text{G}_2\text{O}_3$. Nicht krystallisir-

bare gummiähnliche Masse von süßlich herbem Geschmack, leicht löslich in Wasser.

Essigsäures Bleioxyd, neutrales, Bleizucker, $\text{Ac, PbO} + \text{aq}$. Die gewöhnlichen Krystalle dieses Salzes enthalten 3 At. Wasser. Durch Krystallisation aus siedendem Weingeist von 0,833 spec. Gewicht erhält man es wasserfrei in sechsseitigen Tafeln. Ueber die Fabrikation und Eigenschaften dieses Salzes s. im Uebrigen Th. I. S. 846.

Halb-basisches oder zwei-drittel-essigsäures Bleioxyd, $2\text{Ac} + 3\text{PbO}$. Man erhält es aus dem Bleizucker, indem man denselben im entwässerten Zustande so weit, nach Mitscherlich bis etwa 280° , erhitzt, bis er schmilzt, und ihn so lange in dieser Temperatur erhält, bis er wieder erstarrt. Dabei wird $\frac{1}{3}$ der Essigsäure in Kohlensäure und Aceton zersetzt, die entweichen, während eine Verbindung von 2 At. Essigsäure mit 3 At. Bleioxyd zurückbleibt. Wird der Rückstand in Wasser aufgelöst, wobei gewöhnlich etwas kohlen-säures Bleioxyd ungelöst bleibt, und die Lösung zur Syrupdicke abgedampft, oder mit etwas Alkohol vermischt, so krystallisirt das Salz bei ruhigem Stehen in perlmutterglänzenden sechsseitigen Tafeln, die 2 At. Krystallwasser enthalten, wovon sie nach Schindler bei 90° die Hälfte verlieren, indem sie dabei anfangs schmelzen, und dann zu einer gummiartigen Masse erstarren, die durch weiteres Erhitzen alles Wasser verliert, und weiß und undurchsichtig wird. Das Salz reagirt alkalisch und wird durch Kohlensäure in kohlen-säures Bleioxyd, neutrales essigsäures Bleioxyd und etwas freie Essigsäure zersetzt. Es ist in weniger als einer gleichen Gewichtsmenge Wasser auflöslich. Auch von Alkohol wird es ziemlich leicht aufgelöst. Durch Zusatz von Wasser zu dieser Auflösung wird es nach Payen in neutrales und in drittel-essigsäures Salz zersetzt. Es entsteht auch, wenn Bleizucker und fein gepulvertes Bleioxyd im Verhältniss von 2 At. des ersteren ($= 100$ Thln. des krystallisirten Salzes) auf 1 At. (oder $29\frac{1}{3}$ Thle.) des letzteren zusammen mit Wasser digerirt werden, wobei das Bleioxyd sich auflöst. Die Flüssigkeit giebt durch Verdampfen die ersterwähnten Krystalle mit 2 At. Wasser. Wird die davon getrennte Mutterlauge wieder abgedampft, so bleibt der noch aufgelöste Antheil als eine zähe durchsichtige Masse zurück, die wohl als ein Gemenge von diesem Salz mit Bleizucker und vielleicht auch den beiden folgenden Salzen anzusehen ist, indem, wenn auch zwischen Bleizucker und Bleioxyd ursprünglich das angegebene Gewichtsverhältniss stattfindet, doch gewöhnlich nicht alles Bleioxyd aufgelöst wird, sondern ein gewisser Antheil desselben in sechstel- (und drittel-?) essigsäures Salz sich verwandelt, welches als weißer Bodensatz größtentheils ungelöst bleibt. Ein solches aufgelöstes Salzgemenge ist auch der als Heilmittel gebrauchte Bleiessig (s. d. Art.).

Einbasisches oder halb-essigsäures Bleioxyd, $\text{Ac} + 2\text{PbO}$. Dieses Salz entsteht aus dem Bleizucker, wenn man denselben, nachdem er bei 280° in das vorhergehende Salz sich verwandelt und zu einer porösen Masse wieder erstarrt, vorsichtig noch weiter erhitzt. Das Salz wird dann nochmals weich, entwickelt eine neue Portion Kohlensäure und Aceton, und erstarrt endlich wieder zu

einer weissen festen Masse, die das halb-essigsäure Salz ist, gemengt mit etwas kohlenstoffsaurem und zwei-drittel-essigsäurem Bleioxyd. Um es rein zu erhalten, wird die Masse in wenig Wasser aufgelöst, die Flüssigkeit filtrirt und mit starkem Alkohol vermischt, wodurch das halb-essigsäure Salz grofsentheils ausgeschieden wird, während das zwei-drittel-essigsäure Bleioxyd gelöst bleibt. Es bildet sich auch durch Digestion von 100 Thln. Bleizucker mit 60 Thln. Bleioxyd und 120 Thln. Wasser, die man unter häufigem Umschütteln mehrere Stunden lang mit einander in Berührung lässt, bis der Bodensatz eine weisse Farbe angenommen hat. Die durch Absetzen und Decantiren von letzterem getrennte klare Flüssigkeit wird dann mit dem drei- bis vierfachen Volum Alkohol gemischt, um das halb-essigsäure Salz auszuscheiden und von dem unveränderten Bleizucker und dem zugleich gebildeten zwei-drittel-essigsäuren Bleioxyd zu trennen. Es bildet dann einen krystallinischen Niederschlag, dessen Abscheidung je nach der Menge des zugesetzten Alkohols kürzere oder längere Zeit dauert. Wasser löst von diesem Salz etwas mehr als die Hälfte seines Gewichts und nimmt dadurch eine alkalische Reaction an. In schwachem Weingeist ist es ebenfalls in ziemlicher Menge auflöslich, Weingeist von 90 Proc. Alkoholgehalt löst davon ungefähr $\frac{1}{30}$ seines Gewichts, in wasserfreiem Alkohol ist es unauflöslich. Die durch Alkoholzusatz aus der wässerigen Lösung abgeschiedenen Krystalle sind wasserfrei. Durch Verdampfen der wässerigen Lösung, welches in kohlenstoffsaurefreier Luft geschehen muss, erhält man dagegen eine krystallinische Salzmasse, welche 2 At. Wasser enthält, und bei 60° bis 70° die Hälfte desselben, durch Erhitzen bis über 100° den ganzen Wassergehalt verliert, indem eine undurchsichtige weisse Masse zurückbleibt (Mitscherlich?, Schindler).

Zweifach-basisches oder drittel-essigsäures Bleioxyd, $\overline{\text{Ac}} + 3\text{PbO}$. Bildet sich aus dem neutralen Salz, wenn man seine bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Auflösung mit $\frac{1}{5}$ ihres Volums Ammoniak vermischt, und das Gemisch stehen lässt, wobei es sich als krystallinischer, aus feinen seidenglänzenden Nadeln bestehender Niederschlag ausscheidet. Statt dessen kann man auch die Auflösung des halb-basischen Salzes oder eine mit Ammoniak (jedoch nicht im Ueberschuss) gemischte Bleizucker-Auflösung mit Alkohol vermischen, wodurch zwei-basisches Salz als weisser käsiger Niederschlag abgeschieden wird. Wird derselbe nach dem Auswaschen in kohlenstoffsaurefreier Luft in heifsem Wasser gelöst, und die Lösung mit warmem Alkohol vermischt, so erhält man durch Erkalten derselben das Salz in mikroskopischen Krystallen, die 1 At. Wasser enthalten. Es erfordert von kaltem Wasser 18 Thle. zur Lösung. Ueberschüssiges Ammoniak fällt daraus das folgende Salz. Es bildet sich auch durch Digestion von Bleizucker-Auflösung mit Bleioxyd, vorzüglich wenn man die Mischung stark erwärmt, worauf es beim Erkalten oft in beträchtlicher Menge als aufgequollener krystallinischer Niederschlag sich ausscheidet.

Fünffach-basisches oder sechstel-essigsäures Bleioxyd, $\overline{\text{Ac}} + 6\text{PbO}$. Aus diesem Salz besteht der weisse Bodensatz, in welchen bei Digestion von Bleizucker-Auflösung mit Bleioxyd fast immer ein Theil des letzteren sich verwandelt, und es scheint,

dass durch hinreichenden Zusatz von Bleioxyd zuletzt alle Essigsäure in dieses schwer lösliche Salz übergeht. Es entsteht auch, wenn man die Auflösung des vorhergehenden mit Ammoniak vermischt, vielleicht auch, wenn eine Auflösung des halb-basischen oder des neutralen Salzes in überschüssiges Ammoniak gegossen wird. Es bildet einen weißen Niederschlag, der unter dem Mikroskope krystallinisch erscheint, und durch Auflösung in kochendem Wasser und Erkalten in atlasglänzenden federähnlichen Krystallen erhalten werden kann, die etwas Wasser enthalten, welches sie im luftverdünnten Raume verlieren.

Essigsäures Ceroxydul (mit Einnengung von essigsäurem Lanthan- und Didymoxyd) ist leicht auflöslich in Wasser und Alkohol, und krystallisirt in feinen Nadeln.

Essigsäures Chromoxyd. Undeutlich krystallinisches auflösliches Salz von grüner Farbe.

Essigsäures Eisenoxydul, $\bar{A}c, FeO$. Wird erhalten, indem man Eisen oder Schwefeleisen in Essigsäure auflöst. Die Lösung muss bei Luftabschluss abgedampft werden, weil das Salz an der Luft durch Sauerstoffaufnahme sich zersetzt und ein basisches Oxydsalz abscheidet. Es ist sehr leicht auflöslich und krystallisirt in feinen seidenglänzenden Nadeln von grünlich weißer Farbe. Es ist ein Bestandtheil der *Tinctura Martis adstringens* und der *Tinctura acetatis ferri* (s. S. 793) und wird auch als Beize in der Färberei und beim Zeugdruck angewandt (s. S. 764 u. d. Art. Färberei). Durch Schwefelwasserstoff wird aus seiner Lösung das Eisen theilweise gefällt.

Essigsäures Eisenoxyd, neutrales, $\bar{A}c_3, Fe_2O_3$, in aufgelöster Form durch Zersetzung von schwefelsäurem Eisenoxyd mit essigsäurem Baryt zu erhalten, bildet in dieser Auflösung eine roth gefärbte Flüssigkeit, die beim Abdampfen eine braune zerfließliche gallertähnliche Masse zurücklässt, welche, wenn das Abdampfen in gelinder Wärme geschah, sich in Wasser wieder vollständig auflöst. Gewöhnlich entweicht während des Verdampfens ein Theil der Essigsäure und das zurückbleibende Salz ist basisch. Durch stärkeres Erhitzen verliert es einen beträchtlichen Theil der Säure und löst sich nur zum Theil in Wasser wieder auf. Durch Auflösen von frisch gefälltem Eisenoxydhydrat in Essigsäure bis zur Sättigung entsteht ein basisches Salz, welches eine dunkelrothe Auflösung bildet. Nach Bette ist es nach der Formel $\bar{A}c, Fe_2O_3$ zusammengesetzt, nach Janssen dagegen entspricht seine Zusammensetzung der Formel $\bar{A}c, 2Fe_2O_3$. Wird diese Auflösung mit Wasser verdünnt und gekocht, so schlägt sich ein noch basischeres Salz nieder von der Farbe des Eisenoxydhydrats, und bei gehöriger Verdünnung mit Wasser wird dadurch fast (?) alles Eisenoxyd aus der Flüssigkeit abgeschieden, worauf ein Verfahren, dasselbe von Manganoxydul u. s. w. zu trennen, beruht.

Bei der Auflösung von Eisenoxydhydrat in Essigsäure, welche in Vermischung mit Essigäther und Weingeist als *Tinctura Ferri acetici aetherea* (Klaproth's Eisentinctur) in der Arzneikunde angewandt wird, auch statt Eisenoxydhydrat als Gegengift gegen arsenige Säure empfohlen wurde, geschieht es oft, dass die Flüssigkeit nach einer Weile gallertartig gerinnt. Nach Janssen ist dies nur dann der Fall, wenn das angewandte Eisenoxydhydrat Kali oder Natron enthielt,

wodurch ein basisches Doppelsalz von essigsäurem Kali oder Natron und Eisenoxyd entstehen soll, welches sich in Form einer Gallerte ausscheidet. Man vermeidet dies, indem man das Oxydhydrat durch Fällung von Eisenchlorid mit zweifach-kohlensaurem Alkali unter beständigem Umrühren darstellt. Enthält die Auflösung von Eisenoxyd in Essigsäure Salpeter, schwefelsaures Kali oder andere Salze beigemischt, so wird sie beim Erhitzen trübe durch Ausscheidung von basischem essigsäurem Eisenoxyd (?); beim Erkalten löst sich dasselbe wieder auf.

Essigsäures Kadmiumoxyd, $\bar{A}c, CdO$, ist leicht auflöslich und in feinen Nadeln krystallisirbar.

Essigsäures Kali, neutrales, $\bar{A}c, KO$. Krystallisirt schwierig, und nur aus einer bis zur Syrupdicke abgedampften Lösung, in langen, dünnen, meistens platt gedrückten Nadeln und Säulen, die wahrscheinlich Krystallwasser enthalten. Beim raschen Abdampfen scheidet es sich als eine lockere, blätterige, blendend weisse Masse ab. Es ist ohne Zersetzung schmelzbar, zerfließt sehr leicht an feuchter Luft, und erfordert von siedendem Wasser nur $\frac{1}{8}$ seines Gewichts zur Lösung. Diese Flüssigkeit siedet erst bei 169° . Auch in Weingeist ist es sehr leicht auflöslich. In wässriger Auflösung wird es bei längerer Aufbewahrung zersetzt und verwandelt sich unter Schimmelbildung in kohlensaures Kali. Wird die Auflösung in der Wärme abgedampft, so entweicht leicht ein Theil der Essigsäure, und die Flüssigkeit nimmt eine alkalische Reaction an. Durch Zusammenreiben mit Jod bildet es eine Masse von schöner indigoblauer Farbe, die durch Reiben einen kupferähnlichen Metallglanz annimmt. Chlorgas, in seine wässrige Auflösung geleitet, bildet nach J. L. unterchlorigsaures und wahrscheinlich zweifach-essigsäures Kali; Kohlensäuregas fällt aus seiner Lösung in Alkohol zweifach-kohlensaures Kali, indem die frei gewordene Essigsäure Essigäther bildet.

Das essigsäure Kali wird unter dem Namen *Kali aceticum* oder *Terra foliata tartari* (so genannt wegen der blätterigen Beschaffenheit, die es beim Abdampfen seiner Auflösung annimmt) als Arzneimittel angewandt. Man bereitet es durch Neutralisation von kohlensaurem Kali, entweder mit reiner Essigsäure, oder mit destillirtem, seltener mit gewöhnlichem Essig. Bei Anwendung von destillirtem Essig nimmt es beim Abdampfen, durch Einwirkung der Luft auf das demselben gewöhnlich beigemengte brenzliche Oel, die vorzüglich bei Gegenwart von freiem Alkali stattfindet, eine gelbliche Farbe an, die durch Kochen mit thierischer Kohle, oder indem man das Salz vorsichtig zum Schmelzen und zur Verkohlung der beigemengten Substanzen erhitzt, dann wieder auflöst, filtrirt und das entstandene kohlensaure Kali mit etwas Essigsäure neutralisirt, entfernt werden kann. Mit gewöhnlichem Essig dargestellt, hat es eine dunkle schmutzige Farbe, und heisst dann *Terra foliata tartari nigra*. In dem doppelten Gewicht Wasser aufgelöst, ist es als *Liquor Kali acetici officinell*. In sehr verdünnter Auflösung und mit Kohlensäure oder zweifach-kohlensaurem Kali gemischt, bildet es die *Potio Rivoeri*, die durch Neutralisiren von gewöhnlichem Essig — statt dessen man freilich oft auch Citronensaft anwendet — mit kohlensaurem Kali dargestellt wird.

Zweifach-essigsäures Kali, $\bar{A}c, KO + \bar{A}c, H_2O$.

Dieses von Melsens¹⁾ und schon früher von Thomson beschriebene Salz entsteht, wenn man das neutrale Salz mit einer äquivalenten Menge Essigsäure vermischt, die Flüssigkeit in gelinder Wärme bis zu einem gewissen Grade abdampft, und dann, nachdem man noch etwas concentrirte Essigsäure zugesetzt hat, unter einer Glasglocke neben concentrirter Schwefelsäure stehen lässt, wobei es allmählig krystallisirt. Es bildet blätterige, biegsame, prismatische Krystalle, oft von bedeutender Größe, zerfließt an feuchter Luft, und wird von Wasser und Alkohol leicht aufgelöst. Es enthält nach Thomson 6 At. Krystallwasser, welches es bei 120° verliert. Bei 148° schmilzt es, und erstarrt beim Erkalten wieder zu einer krystallinischen Masse; dabei entweicht zugleich eine geringe Menge Essigsäure. Bei 200° geräth das geschmolzene Salz in's Sieden, indem Essigsäure entweicht, und durch anhaltende Einwirkung einer zwischen 200° und 300° liegenden Temperatur wird die Hälfte der Säure vollständig als reines Hydrat ausgetrieben, mit Zurücklassung von neutralem Salz, welches erst über 300° selbst sich zu zersetzen anfängt.

Essigsäure Kalkerde, $\overline{\text{Ac}}, \text{CaO}$. Bildet nadelförmige Krystalle, die Wasser enthalten, welches sie beim Verwittern an trockener Luft und durch Erhitzen bis 100° verlieren. Leicht löslich in Wasser, schwerer in Alkohol, von herbem, bitter salzigem Geschmack. Zeigt eine lebhaft phosphorescenz, wenn es, bis 120° erhitzt, stark gerieben wird. Es wird zur Gewinnung reiner Essigsäure im Großen dargestellt (s. d. Art. Holzessig). Mit Chlorcalcium verbindet es sich zu einem leicht löslichen Doppelsalz, welches große, an der Luft unveränderliche Krystalle bildet, die nach der Formel $\overline{\text{Ac}}, \text{CaO} + \text{Cl}_2, \text{Ca} + 10\text{aq}$. zusammengesetzt sind, und das Krystallwasser bei 100° verlieren.

Essigsäures Kobaltoxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{CoO}$, ist ein zerfließliches Salz von violetter Farbe, mit rother Farbe in Wasser auflöslich. Seine wässrige Lösung wird durch Schwefelwasserstoff unvollständig gefällt (?). In Vermischung mit Kochsalz-Auflösung bildet es eine sympathetische Dinte (s. S. 611).

Essigsäures Kupferoxyd, neutrales, $\overline{\text{Ac}}, \text{CuO}$. Krystallisirt gewöhnlich in rhombischen Säulen mit schief angesetzter Endfläche, die eine dunkelgrüne Farbe besitzen, und 1 At. Krystallwasser enthalten. In der Luft erleiden sie an der Oberfläche eine Verwitterung und bedecken sich mit einem hellgrünen Pulver. Sie erfordern 13,4 Thle. kaltes und 5 Thle. kochendes Wasser, und 14 Thle. (?) siedendheißem Weingeist zur Auflösung. Beim Erhitzen an der Luft verbrennen sie mit schöner intensiv grüner Farbe. Sie kommen unter dem Namen destillirter Grünspan im Handel vor (s. d. Art. Grünspan). Löst man sie in gelinder Wärme und bis zur Sättigung in mit etwas Essigsäure vermischem Wasser, und lässt die Flüssigkeit an einem kühlen Orte stehen, so krystallisirt das Salz nach Wr. in großen durchsichtigen Rhombenoctätern von blauer Farbe, die 5 At. Krystallwasser enthalten. In einer Temperatur von 30° bis 35° verlieren diese Krystalle 4 At. Wasser, werden dabei, ohne ihren Zusammenhang zu verlieren, grün und undurchsichtig, und sind nun in Afterkrystalle verwandelt, die aus dem erst beschriebenen

¹⁾ Journ. de Pharm. 3te sér. T. VI. p. 415.

Salz mit 1 At. Wasser bestehen, und bei gelindem Druck in lauter regelmäßige Krystalle dieses Salzes zerfallen, die um so gröfser sind, je langsamer die Erwärmung geschah. — Durch Verbindung von essigsäurem Kupferoxyd mit essigsäurem Kalk entsteht ein leicht lösliches Doppelsalz, welches grofse dunkelblaue Krystalle bildet, von der Form einer quadratischen Säule mit abgestumpften Ecken, und dessen Zusammensetzung der Formel $\bar{A}c, CuO + \bar{A}c, Ca + 8 aq.$ entspricht. Ueber das Doppelsalz aus essigsäurem und arsenigsäurem Kupferoxyd s. d. Art. Grün, Schweinfurter.

Wird der Auflösung von essigsäurem Kupferoxyd Zucker (?) oder Honig beigemischt, so wird sie durch Alkalien nicht mehr gefällt. Erwärmt man ein solches Gemisch, so wird das Kupferoxyd unter Entwicklung von Kohlensäure reducirt, und rothes Kupferoxydul in kleinen octaëdrischen Krystallen ausgeschieden. Dieselbe Einwirkung übt der Zucker auch auf das basisch essigsäure Kupferoxyd.

Halb-basisches oder zwei-drittel-essigsäures Kupferoxyd, $\bar{A}c_2, 3 CuO + 6 aq.$ Es entsteht, wenn zu der concentrirten und siedendheifsen Auflösung des neutralen Salzes Ammoniak in kleinen Antheilen so lange hinzugefügt wird, als der beim Eintröpfeln des Ammoniaks entstehende Niederschlag sich beim Umrühren noch wieder auflöst. Beim Erkalten dieser Flüssigkeit scheidet es sich zum Theil als ein aufgequollener nicht krystallinischer Niederschlag aus, während ein anderer Theil gelöst bleibt, welcher durch Vermischen der abfiltrirten Flüssigkeit mit Weingeist in krystallinischen Schuppen gefällt wird. Das Salz wird durch Auspressen und Waschen mit Weingeist, in welchem es sich nicht auflöst, rein erhalten. Es ist in Wasser auflöslich und zersetzt sich beim Kochen dieser Auflösung in neutrales und braunes überbasisches Salz. Es hat eine bläulichgrüne Farbe, die bei 100° mehr in's Grüne übergeht, wobei das Salz zugleich die Hälfte oder 3 At. seines Wassergehalts verliert. Es scheint, gemengt mit drittel-essigsäurem Kupferoxyd, den Hauptbestandtheil des grünen Grünspans auszumachen, wogegen der blaue Grünspan aus dem folgendem Salz besteht (s. d. Art. Grünspan). — Einbasisches oder halb-essigsäures Kupferoxyd, $\bar{A}c, 2 CuO + 6 aq.$ Man erhält es nach Berzelius, wenn man das neutrale Salz, mit Wasser zu einem Teig angerührt, auf Kupferplatten streicht, und diese mehrere Monate lang einer feuchten Luft aussetzt, worauf man sie mit kleinen seidenglänzenden blauen Krystallen von diesem Salz bedeckt findet. Bei 60° wird es grün, indem es 23,45 Proc. oder nahe 5 At. Wasser verliert, und sich in ein Gemenge von neutralem und drittel-essigsäurem Kupferoxyd verwandelt. Der blaue Grünspan, welcher wesentlich aus diesem Salz besteht, zeigt dasselbe Verhalten. Bei Behandlung mit kaltem Wasser wird er zersetzt in neutrales und zwei-drittel-essigsäures Salz, die sich auflösen, und von denen das letztere bei freiwilliger Verdunstung der Auflösung als eine blaue nicht krystallinische Masse sich ausscheidet, und in drittel-essigsäures Kupferoxyd, welches in Gestalt kleiner blauer Krystallschuppen ungelöst bleibt. 5 At. des Salzes zerfallen dabei in 1 At. neutrales, 1 At. zwei-drittel-essigsäures und 2 At. drittel-essigsäures Kupferoxyd. Durch anhaltende Behandlung mit Wasser, so lange als dieses noch etwas auflöst, wird auch das drittel-essigsäure Kupferoxyd in neutrales

und überbasisches Salz zersetzt, und nimmt durch die Bildung des letzteren eine dunklere und zuletzt schwarze Farbe an. Bei Behandlung des Grünspans mit kochendem Wasser tritt sogleich diese Zersetzung ein. Mit Quecksilberchlorid bildet das halb-essigsäure Kupferoxyd ein Doppelsalz, welches man erhält, wenn man eine gesättigte Auflösung des neutralen Salzes mit Quecksilberchlorid mischt und die Flüssigkeit stehen lässt. Es bildet concentrisch strahlige Halbkugeln von tief blauer Farbe, ist fast unlöslich in kaltem Wasser, und wird durch siedendes Wasser zersetzt, indem ein grünes Pulver abgeschieden und Quecksilberchlorid aufgelöst wird. Nach Hüttheroth ist es nach der Formel $\bar{A}c, 2 Cu O + 2 Cl_2 Hg$ zusammengesetzt. — Zwei-basisches oder drittel-essigsäures Kupferoxyd, $\bar{A}c, 3 Cu O + 3 aq.$ Bei Behandlung des blauen Grünspans mit kaltem Wasser bleibt dieses Salz als ein aus glänzenden hellblauen Krystallschuppen bestehender Brei ungelöst, und kann mittelst Durchsiehen durch ein locker gewebtes Zeug von den beigemengten Unreinigkeiten des Grünspans getrennt werden, worauf es durch Auspressen und Waschen mit Weingeist noch mehr gereinigt wird. Es entsteht auch, wenn die Auflösung des neutralen Salzes mit Kupferoxydhydrat digerirt wird, und bildet dann ein hellgrünes Pulver; oder indem man diese Auflösung mit so viel Ammoniak vermischt, dass der Niederschlag sich beim Umschütteln nicht wieder auflöst. Geschieht dies bei gewöhnlicher Temperatur, so bildet es einen grünen, nicht krystallinischen Niederschlag, welcher beim Waschen mit Wasser blau wird; bei Siedhitze aus der concentrirten Lösung ausgeschieden, erhält man es als einen schweren körnigen Niederschlag von schmutzig graugrüner Farbe, aber derselben Zusammensetzung. Um es rein zu erhalten, muss es durch Auspressen von dem größten Theil der Flüssigkeit befreit und dann mit Weingeist gewaschen werden. Es verliert seinen Wassergehalt nicht bei 100° und ist in Wasser nicht auflöslich, wird aber durch Behandlung mit vielem Wasser in neutrales und überbasisches Salz zersetzt. — Ueberbasisches essigsäures Kupferoxyd, eine Masse von dunkelbrauner Farbe, die nach Berzelius auf 1 At. Essigsäure 48 At. Kupferoxyd und 12 At. Wasser enthält. Sie entsteht aus dem drittel- und zwei-drittel-essigsäurem Kupferoxyd, und in geringerer Menge sogar aus dem neutralen Salz bei Behandlung mit vielem Wasser, namentlich in der Wärme. Aus der verdünnten Lösung des zwei-drittel-essigsäuren Salzes wird sie schon bei 20° bis 30° abgeschieden. In der Flüssigkeit hat sie eine leberbraune Farbe, wird aber, wenn man sie abfiltrirt, schwarz, stark abfärbend, und geht als eine unklare Flüssigkeit mit durch das Filter. Von Wasser wird sie in geringer Menge aufgelöst und bleibt beim Verdampfen als eine klare, farblose, firnissähnliche Materie zurück.

Essigsäures Kupferoxydul, $\bar{A}c, Cu_2 O$. Es entsteht, wenn der Grünspan durch trockene Destillation zersetzt wird, wobei es als eine weiße, voluminöse, aus haarfeinen Krystallen bestehende Masse sublimirt. In feuchter Luft nimmt es eine grüne Farbe an. Durch Wasser wird es in Oxydsalz und gelbes Oxydulhydrat zersetzt. Es scheint zuweilen im Grünspan enthalten, und die Ursache zu seyn, dass derselbe bei Behandlung mit destillirtem Essig Kupferoxydul zurücklässt (Berzelius?).

Essigsäures Lithion. $\bar{A}c, LO$. Krystallisirt bei langsamer Verdunstung seiner Auflösung in plattgedrückten vierseitigen Pyramiden, die

nach Rammelsberg 2 At., nach Berzelius 4 At. Wasser enthalten, in trockener Luft sich nicht verändern, aber in gelinder Wärme ihr Krystallwasser verlieren, und durch weiteres Erhitzen ohne Zersetzung schmelzbar sind. Sie erfordern 0,28 Thle. Wasser und 4,64 Thle. Alkohol zur Lösung.

Essigsäures Manganoxydul, \bar{Ac}, MnO . Krystallisirt in amethystrothen rhomboidalen Säulen, die an der Luft sich nicht verändern. Löslich in Alkohol und in 3,5 Th. kalten Wassers. Seine Lösung wird durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt. Es wird als Beize beim Zeugdruck angewandt.

Essigsäures Natron, \bar{Ac}, NaO . Durch Erkalten seiner heißen Auflösung krystallisirt, bildet es schiefe rhombische Säulen, deren spitze Seitenkanten abgestumpft sind. Sie enthalten 6 At. Wasser, und verwittern langsam an der Luft. Durch langsames Verdunsten bei gewöhnlicher Temperatur abgeschieden, bildet es Krystalle mit 9 At. Wasser, die weit rascher verwittern. Beim Erwärmen schmilzt es in seinem Krystallwasser und verliert dasselbe. Wird es, indem man es im Krystallwasser zerreiben lässt, mit einer Schicht Oel bedeckt, so bleibt es nach dem Erkalten flüssig, erstarrt aber augenblicklich, wenn man dann einen Krystall von dem Salz hineinbringt. Das wasserfreie Salz ist schmelzbar und verträgt schwache Glühhitze, ohne sich zu zersetzen. Das Salz mit 6 At. Wasser, welches das gewöhnlich im Handel vorkommende ist, löst sich in 2,86 Thln. kalten Wassers und in 2,1 Thln. siedendheissen Alkohols. Die gesättigte wässrige Lösung siedet bei $124^{\circ},37$ und enthält auf 1 Thl. Wasser 2,09 Thle. Salz. Ueber die fabrikmässige Gewinnung dieses Salzes s. d. Art. Holzessig.

Essigsäures Nickeloxyd, \bar{Ac}, NiO . Bildet grüne, an der Luft etwas verwitternde Krystalle, löslich in 6 Thln. kalten Wassers, unlöslich in Alkohol. Seine Lösung wird durch Schwefelwasserstoff unvollständig gefällt.

Essigsäures Platinoxydul. Die grünliche Auflösung des feuchten Platinoxydulhydrats in Essigsäure trocknet zu einer dunkel grünbraunen Masse ein, die sich nur unvollständig wieder in Wasser auflöst.

Essigsäures Quecksilberoxydul, \bar{Ac}, Hg_2O . Man erhält es durch Auflösen von Quecksilberoxydul in Essigsäure oder durch Wechselzersetzung aus salpetersaurem Quecksilberoxydul und essigsäurem Alkali. Es bildet einen krystallinischen Niederschlag, oder, wenn es sich durch Erkalten der Flüssigkeit abscheidet, weisse, silberglänzende, schuppenförmige Krystalle. Im feuchten Zustande schwärzt es sich am Licht. Es ist wasserfrei, löslich in 770 Thln. kalten Wassers. In einer Flüssigkeit, die freie Essigsäure enthält, ist es leichter auflöslich. In Alkohol ist es fast unlöslich. Durch Erhitzen mit Wasser oder Alkohol wird es allmählig in Oxydsalz und metallisches Quecksilber zersetzt. Durch Schütteln mit verdünntem Ammoniak verwandelt es sich in ein sammetschwarzes Pulver, dessen Zusammensetzung der von Berzelius entwickelten Formel $(\bar{Ac}, Hg_2O + N_2H_4, Hg_2) + 2 Hg_2O$ entsprechen soll. Durch Kaliumauflösung wird daraus Ammoniak entwickelt, durch Reiben auf der Hand Quecksilberkugeln abgeschieden, und durch Behandeln mit Salpetersäure verwandelt es sich in eine weisse Substanz, die nach der Formel $\bar{Ac}, N_2H_6 + 3 Hg_2O$ zusammengesetzt seyn soll.

Essigsäures Quecksilberoxyd, \bar{Ac}, HgO . Durch Auflösen des Oxyds in Essigsäure in sehr gelinder Wärme und freiwillige Ver-

denstung erhält man es in perlmutterglänzenden, durchscheinenden vierseitigen Tafeln. Es enthält kein Krystallwasser und lässt sich ohne Zersetzung schmelzen. An der Luft verliert es Essigsäure und überzieht sich mit einem gelben basischen Salz. Dasselbe geschieht bei der Auflösung in kochendem Wasser, wobei das basische Salz sich abscheidet. Ueberschies wird es beim Kochen mit Wasser theilweise in Oxydulsalz verwandelt, indem ein Theil des Oxyds von der Essigsäure reducirt wird. Es bedarf bei 10° 4 Thle., bei 19° 2,75 Thle., und bei 100° 1 Thl. Wasser zur Lösung, von Alkohol sein 17faches Gewicht. Schwefelwasserstoff (?) bewirkt in der Lösung einen weissen Niederschlag, welcher sich in kochendem Wasser vollständig auflöst. Durch Aether wird es zersetzt in gelbes basisches Salz und in ein saures Salz, welches kleine Krystalle bildet. Vermischt man seine Lösung mit kaustischem Ammoniak im Ueberschuss, so entsteht ein weisser Niederschlag, welcher aus \bar{Ac} , $4 H_2O + N_2H_6$ besteht, und an der Luft gelb wird unter Verlust von Ammoniak. Durch anhaltende Behandlung mit heissem Wasser zersetzt sich dieser Körper in gelbes basisches Salz und essigsäures Ammoniak. Kali entwickelt daraus Ammoniak und färbt ihn gelb.

Essigsäures Rhodiumoxyd bildet eine rothe Auflösung. Mit essigsäurem Natron bildet es ein in Wasser leicht auflösliches, in Weingeist unlösliches Doppelsalz.

Essigsäures Silberoxyd, \bar{Ac} , AgO . Wird durch wechselseitige Zersetzung oder durch Auflösen von kohlenurem Silberoxyd in erwärmter Essigsäure dargestellt. Im ersteren Fall bildet es einen krystallinischen Niederschlag, welcher sich beim Erhitzen der Flüssigkeit auflöst. Aus seiner Lösung krystallisirt es beim Erkalten in perlmutterglänzenden Nadeln. Es enthält kein Wasser. Beim Erhitzen entweicht daraus sehr viel unzersetzte Essigsäure, mit Zurücklassung von metallischem Silber, welches die Form der Krystalle beibehält. Es erfordert 100 Thle. kalten Wassers zur Lösung.

Essigsäure Strontianerde, \bar{Ac} , Sr . Krystallisirt, wenn die Temperatur unter 15° liegt, mit 4 At. Wasser; die Krystalle verwittern an der Luft. Bei 15° bildet es Krystalle, die auf 2 At. Salz 1 At. Wasser enthalten. Es ist leicht löslich in Wasser.

Essigsäure Talkerde, \bar{Ac} , Mg . Zerfließliche, nicht krystallisirbare Masse von gummiartigem Ansehen, leicht löslich in Wasser und Weingeist.

Essigsäure Thonerde, \bar{Ac}_3 , Al_2O_3 . Nicht krystallisirbare gummiähnliche Masse von saurer Reaction, leicht löslich in Wasser. Es verliert schon in mässiger Wärme einen Theil seiner Säure und verwandelt sich in ein unlösliches basisches Salz. Seine Auflösung besitzt, wenn sie zugleich andere Salze, z. B. schwefelsaures Kali oder schwefelsaure Thonerde, enthält, die sonderbare Eigenschaft, beim Erwärmen trübe zu werden, und einen gallertartigen weissen Niederschlag abzusetzen, welcher beim Erkalten sich wieder auflöst, und ein basisch essigsäures Salz seyn soll. Ueber die technische Bereitung und Anwendung dieses Salzes s. d. Art. Thonbeize.

Essigsäure Thorerde. Thorerdehydrat verwandelt sich mit Essigsäure in eine undurchsichtige schleimige Masse. Kohlenure Thorerde zertheilt sich in der Säure und braust auf, in beiden Fällen geht aber nur wenig essigsäure Thorerde in Auflösung. Beim Verdunsten

derselben scheidet sie sich als eine amorphe milchweisse Masse ab. Mit essigsaurem Kali bildet sie ein lösliches Doppelsalz.

Essigsäures Uranoxydul, $\overline{\text{Ac}}, \text{UO}$. Aus der Auflösung des Uranoxydulhydrats in Essigsäure scheidet sich das Oxydul beim Verdunsten wieder ab. Hat dabei die Luft Zutritt, so entsteht essigsäures Uranoxyd-Oxydul, welches in dunkelgrünen, warzenförmig vereinigten Nadeln krystallisirt.

Essigsäures Uranoxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3$. Uranoxydhydrat, in Essigsäure bis zur Sättigung aufgelöst, giebt eine gelbe Flüssigkeit, aus welcher nur schwierig Krystalle zu erhalten sind. Bei Gegenwart freier Essigsäure, und wenn man die Lösung in einen Exsiccator stellt, krystallisirt das Salz leicht, und je nach der Temperatur mit verschiedenem Wassergehalt. Ist die Temperatur niedriger als 10° , so bildet es Quadratoctaëder, die 3 At. Wasser enthalten, von denen eins bei 100° , die übrigen 2 At. bei 175° entweichen. Geschieht die Krystallisation bei ungefähr 20° , so bildet es rhombische Prismen mit 2 At. Wasser. Es ist leicht löslich in Wasser und Alkohol, und bildet die folgenden Doppelsalze: Essigsäures Uranoxyd-Kali, $\overline{\text{Ac}}, \text{KO} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3) + 2\text{aq}$. Krystallisirt in quadratischen Säulen, die durch die Flächen eines spitzen Quadratoctaëders zugespitzt sind. Beim Glühen an der Luft verwandelt es sich in zweifach-uransäures Kali. Essigsäures Uranoxyd-Natron, $\overline{\text{Ac}}, \text{NaO} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3)$. Krystallisirt in Tetraëdern mit abgestumpften Ecken, enthält kein Krystallwasser, und verwandelt sich durch Glühen an der Luft in zweifach-uransäures Natron. Essigsäures Uranoxyd-Ammoniak, $\overline{\text{Ac}}, \text{N}_2\text{H}_4\text{O} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3) + 6\text{aq}$. Krystallisirt, wenn die Auflösung zur Syrupdicke abgedampft wurde, in gelben seidglänzenden Nadeln, die bei 100° das Krystallwasser verlieren. Es wird auch von Alkohol leicht aufgelöst. Essigsäurer Uranoxyd-Baryt, $\overline{\text{Ac}}, \text{BaO} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3) + 6\text{aq}$. Bildet gelbe flitterähnliche Krystalle, die bei 275° ihren Wassergehalt verlieren, wobei sie rothgelb werden. Leicht löslich in Wasser. Essigsäure Uranoxyd-Talkerde, $\overline{\text{Ac}}, \text{MgO} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3) + 8\text{aq}$. Krystallisirt in rechteckigen, durch die Flächen eines Rhombenoctaëders zugespitzten Säulen, die bei 175° ihr Wasser abgeben. Essigsäures Uranoxyd-Zinkoxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{ZnO} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3) + 3\text{aq}$. Gelbes krystallisirbares Salz, welches bei 250° wasserfrei wird. Beim Verbrennen hinterlässt es ein Gemenge von neutralem uransäurem Zinkoxyd und Uranoxyd-Oxydul als Rückstand. Essigsäures Uranoxyd-Bleioxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{PbO} + \overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3 + 6\text{aq}$. Nadelförmige Krystalle, die bei 275° ihr Wasser verlieren, und beim Verbrennen neutrales uransäures Bleioxyd zurücklassen. Ein Bleioxyd-Doppelsalz mit 2 At. essigsaurem Uranoxyd scheint nicht zu existiren. Essigsäures Uranoxyd-Silberoxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{AgO} + 2(\overline{\text{Ac}}, \text{U}_2\text{O}_3) + 2\text{aq}$. Krystallisirt aus der sauren Lösung in derselben Form wie das Kalisalz. Durch Erhitzen mit Wasser wird es zersetzt, unter Abscheidung von zweifach-uransäurem Silberoxyd, welches auch zurückbleibt, wenn das Salz an der Luft geglüht wird. Essigsäures Wismuthoxyd, $\overline{\text{Ac}}, \text{Bi}_2\text{O}_3$. Durch Vermischen concentrirter und warmer Auflösungen von essigsaurem Kali und salpetersaurem Wismuthoxyd und Abkühlung dargestellt, bildet es schuppenförmige Krystalle. Durch Anflösung von Wismuthoxyd in Essigsäure entsteht eine saure Flüssigkeit, die nicht zum Krystallisiren zu bringen ist. Vermischt man

die Auflösung von salpetersaurem Wismuthoxyd mit Essig, so wird sie durch Wasser nicht mehr gefällt.

Essigsäure Yttererde (gemengt mit essigsaurer Erbin- und Terbinerde?) bildet rhombische oder rechteckige Prismen von rosenrother Farbe, die 16,54 Proc. Wasser enthalten und sich in 9 Thln. Wasser auflösen.

Essigsäures Zinkoxyd, $\bar{A}c, ZnO$, krystallisirt in sechsseitigen, talkartig glänzenden Tafeln, die 3 At. Wasser enthalten, und in trockener Luft etwas verwittern. In der Wärme bildet es Krystalle mit 1 At. Wasser. Es ist in Wasser leicht auflöslich, und die Lösung effloresirt bei freiwilligem Verdunsten in schönen moosartigen Dendriten. Durch Schwefelwasserstoff wird daraus das Zink vollständig gefällt. Saures essigsäures Zinkoxyd, $\bar{A}c_2, ZnO(?)$, erhält man als krystallinisches Sublimat neben Aceton und anderen Producten, durch Destillation des wasserfreien neutralen Salzes. Der Ueberschuss der Essigsäure dunstet davon schon in der Luft ab. Eine eben so lose Verbindung erhält man in Krystallen, wenn man das neutrale Salz in warmer concentrirter Essigsäure bis zur Sättigung auflöst und die Flüssigkeit sich abkühlen lässt. Dass das Salz aus 1 At. Zinkoxyd und 2 At. Essigsäure besteht, folgt daraus, dass das wasserfreie neutrale essigsäure Zinkoxyd die aus einer gleichen Gewichtsmenge dieses Salzes durch Schwefelsäure abgeschiedene Essigsäure, wenn man sie in Dampfform dazuleitet, vollständig absorbirt. Das so entstandene saure Zinksalz kann bis 120° erhitzt werden, ohne Essigsäure zu verlieren.

Essigsäures Zinnoxidul, $\bar{A}c, SnO$, bildet feste, farblose und durchsichtige Krystalle, die man am leichtesten erhält, wenn man Zinn oder Zinnoxidulhydrat in Essigsäure auflöst, die Lösung zur Syrupdicke abdampft, und dann mit Alkohol übergießt. Aus einer Legirung von Zinn und Blei löst Essig nur Zinn auf, wenn der Zinngehalt wenigstens sechsmal so groß ist als der Gehalt an Blei, und die Auflösung des Zinns erfolgt nur bei Gegenwart von Luft.

Essigsäures Zinnoxid, leicht löslich, bleibt beim Verdunsten der Auflösung als eine gallertähnliche Masse zurück.

Essigsäure Zirkonerde, $\bar{A}c_3, Zr_2O_3$, trocknet zu einer pulverförmigen Masse ein, die an feuchter Luft zerfließt, und in Wasser und Weingeist sich leicht auflöst. *Schn.*

Essigschwefelsäure (Schweflessigsäure, Sulfessigsäure). Entdeckt von Melsens. Empirische Formel der Säure in ihrer Verbindung mit Basen: $C_2H_4O_2, 2SO_3$. Formel der wasserfreien essigschwefelsauren Salze: $C_4H_4O_2, 2SO_3 + 2MO$.

Die Essigschwefelsäure entsteht durch Einwirkung wasserfreier Schwefelsäure auf Essigsäurehydrat $= C_4H_8O_4$, wobei die Bestandtheile von 2 At. Wasser aus demselben austreten, und die Atomgruppe $C_4H_4O_2$ mit 2 At. Schwefelsäure in Verbindung tritt. Nach der metaleptischen Ansicht ist sie $= C_4 \begin{matrix} H_4 \\ SO_2 \end{matrix} \left. \begin{matrix} \\ \end{matrix} \right\} O_3, SO_3$, d. h. eine gepaarte Essigsäure, in welcher 1 Aeq. Wasserstoff durch schweflige Säure ersetzt ist; nach der Ansicht von Berzelius ist sie Formyloxyd-Schwefelsäure $= C_2H_2O, SO_3$, und ihre Salze enthalten nur 1 At. Basis.

Man erhält sie, indem man den Dampf von wasserfreier Schwefelsäure in einen Ballon leitet, welcher sehr concentrirte Essigsäure enthält, wovon er ruhig und fast ohne Gasentwicklung absorbirt wird. Behandelt man dagegen die Essigsäure mit Nordhäuser Schwefelsäure in der Wärme, so entwickelt sich Kohlensäure, und oft auch schweflige Säure, und es scheint dabei eine Säure von abweichender Zusammensetzung zu entstehen. Das Product der Einwirkung der wasserfreien Schwefelsäure wird mit Wasser vermischt, und die Flüssigkeit durch Sättigung mit kohlensaurem Baryt, und Filtriren von beigemengter Schwefelsäure befreit, worauf man das Barytsalz der Essigschwefelsäure krystallisiren lässt. Durch Zersetzung desselben mit Schwefelsäure, welche man bis zur völligen Ausscheidung der Baryterde zu seiner Auflösung hinzufügt, wird daraus die Säure abgetrennt. Um sie indess vollkommen rein darzustellen, sättigt man die so erhaltene Flüssigkeit mit kohlensaurem Blei- oder Silberoxyd, verdampft, und lässt das Blei- oder Silbersalz krystallisiren, worauf man dasselbe in wenig Wasser auflöst und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Die filtrirte wässerige Auflösung der Säure lässt man im luftverdünnten Raume neben Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, wobei, wenn sie eine syrupartige Consistenz angenommen hat, die Säure in farblosen durchsichtigen Prismen, oder als eine faserige seidenglänzende Masse krystallisirt. Sie ist sehr zerfließlich und besitzt einen stark sauren Geschmack, ähnlich dem der Weinsäure. Ihre verdünnte wässerige Lösung kann in einer verschlossenen Glasröhre mehrere Stunden lang auf 160° erhitzt werden, ohne nachher freie Schwefelsäure zu enthalten, obschon sie dabei einen brennlichen Geruch annimmt. Wird sie dagegen bei Luftzutritt in der Wärme abgedampft, so zersetzt sie sich und färbt sich braun. Die krystallisirte Säure schmilzt bei 62° und erstarrt beim Erkalten wieder zu einer krystallinischen seidenglänzenden Masse. Erhält man sie längere Zeit in einer Temperatur von 100° , so krystallisirt sie nicht mehr beim Erkalten. Bei 160° fängt sie an sich zu zersetzen, wobei sie wie Caramel riecht; bei 200° tritt vollständige Zersetzung und Verkohlung ein, indem eine saure Flüssigkeit abdestillirt. Die Krystalle der Säure scheinen außer dem Hydratwasser noch 3 At. Krystallwasser zu enthalten, entsprechend der Formel $(C_4H_4O_2, 2SO_3 + 2H_2O) + 3aq$. Im luftverdünnten Raume neben wasserfreier Phosphorsäure werden sie undurchsichtig und behalten dann nur noch 2 At. Krystallwasser. Die syrupförmige Säure soll, wenn sie zu krystallisiren beginnt, aus 1 At. Essigschwefelsäure-Hydrat und 4 At. Wasser bestehen. *Schn.*

Essigschwefelsaure Salze. Die meisten sind leicht löslich in Wasser, dagegen unlöslich in Weingeist, so dass sie dadurch aus der wässerigen Lösung gefällt werden. Durch Erhitzen, wobei sie indess ohne Zersetzung eine ziemlich hohe Temperatur vertragen, werden sie mit Zurücklassung einer kohligen Masse zersetzt. Concentrirte Schwefelsäure zersetzt sie unter Entwicklung von Kohlensäure und schwefliger Säure.

Essigschwefelsaurer Baryt, $C_4H_4O_2, 2SO_3 + 2BaO$. Dieses Salz erhält man durch Verdampfen der Auflösung als eine farblose krystallinische Salzkruste oder als blätteriges perlmutterglänzendes Pulver. Es enthält 3 At. Krystallwasser. Durch Erkalten einer

kochend gesättigten Auflösung bildet es schuppige Krystalle, die 2 At. Wasser enthalten, wovon sie im luftverdünnten Raume neben Schwefelsäure die Hälfte verlieren. Durch Erhitzen bis 250° verliert es den ganzen Wasser-Gehalt, und kann ohne Zersetzung bis 160° erhitzt werden. Das Salz, wenn es einmal in den starren Zustand übergegangen, ist sehr schwer und langsam in Wasser löslich.

Essigschwefelsaures Bleioxyd, $C_4H_4O_2, 2SO_3 + 2Pb + 2aq$. Bildet kleine durchsichtige, strahlenförmig vereinigte Prismen, oder zu warzenförmigen Massen vereinigte feine Krystallnadeln. Bei 130° verliert es sein Krystallwasser, bei 200° fängt es an sich zu zersetzen.

Essigschwefelsaures Kali, $C_4H_4O_2, 2SO_3 + 2KO + 2aq$. Krystallisirbares Salz.

Essigschwefelsaures Silberoxyd, $C_4H_4O_2, 2SO_3 + 2AgO + 2aq$. Krystallisirt durch Erkalten seiner Auflösung in durchsichtigen, plattgedrückten zweiseitig zugespitzten Prismen, die zuweilen mit perlmutterglänzenden Blättchen gemengt sind. Im luftverdünnten Raume oder durch Trocknen bei 100° werden die Krystalle undurchsichtig und verlieren den Wasser-Gehalt. Am Lichte wird das Salz langsam geschwärzt. Seine wässrige Auflösung hat die Eigenschaft, beim Kochen mit Silberoxyd dieses aufzulösen und dadurch eine alkalische Reaction anzunehmen. Lässt man sie dann erkalten, so scheidet sich, neben dem krystallisirten Salze, ein schwarzes Pulver daraus ab.

Essigschwefelsaures Silberoxyd - Aethyloxyd. Suspensirt man das essigschwefelsaure Silberoxyd als feines Pulver in Alkohol, und leitet trockenes Salzsäure-Gas hinein, so wird es unter Abscheidung von Chlorsilber zersetzt. Die von letzterem und dem unzersetzt gebliebenen Salz abfiltrirte Flüssigkeit giebt, wenn man sie im luftverdünnten Raume neben Schwefelsäure und kaustischem Kali verdunsten lässt, als Rückstand ein syrupförmiges saures Liquidum von gewürzhaft ätherartigem Geruch, dessen Auflösung in Wasser durch Silber- und Barytsalze nicht gefällt wird, und kohlen-saure Salze leicht zersetzt. Nach der Analyse, deren Resultate indess nicht genau mit der Rechnung übereinstimmen, ist dasselbe Essigschwefelsäure, verbunden mit 1 At. Wasser und 1 At. Aethyloxyd, entsprechend der Formel

$C_4H_4O_2, 2SO_3 + \begin{matrix} C_4H_{10}O \\ H_2O \end{matrix}$, oder nach der Ansicht von Berzelius, saures formyloxyd - schwefelsaures Aethyloxyd = $C_2H_2O, SO_3, H_2O + C_2H_2O, SO_3, C_4H_{10}O$. Melsens nannte diese Verbindung Aetherschwefelsäure. Vermischt man sie mit Wasser und löst kohlen-saures Silberoxyd bis zur Sättigung darin auf, so werden durch Abdampfen der Flüssigkeit im luftverdünnten Raume zuerst einige Krystalle von essigschwefelsaurem Silberoxyd abgeschieden. Lässt man nach Entfernung derselben die Flüssigkeit sich weiter bis zur Syrupdicke concentriren, so erstarrt sie zu einer warzenförmigen Krystallmasse, die beim Trocknen zu perlmutterglänzenden blätterigen Krystallen zerfällt. Diese Krystalle sind nach der Analyse (?) essigschwefelsaures Silberoxyd - Aethyloxyd = $C_4H_4O_2, 2SO_3 + \begin{matrix} AgO \\ C_4H_{10}O \end{matrix}$. Sie sind zerfließlich und werden von Wasser und von Weingeist leicht aufgelöst. Aus letzterem krystallisirt das Salz beim

Erkalten in perlmutterglänzenden Schuppen. Durch Einwirkung des Lichts wird es allmählig geschwärzt. Erwärmen auf 100° bringt es zum Schmelzen, worauf es beim Erkalten wieder krystallinisch erstarrt. Durch längere Einwirkung dieser Temperatur wird es zersetzt, indem Aether-Dämpfe entweichen, und das Salz, ohne sich zu schwärzen, in eine bei dieser Temperatur starre Masse sich verwandelt, die durch stärkeres Erhitzen gänzlich zersetzt wird.

Schn.

Essigspiritus s. Essiggeist.

Euchlorine. Dieser von H. Davy entdeckte, und wegen seiner tief gelben Farbe *Euchlorine* genannte gasförmige Körper wurde bereits S. 233 unter dem Namen Chloroxydul beschrieben. Es wurde daselbst auch angeführt, dass über seine chemische Zusammensetzung noch Zweifel bestehen, und dass er eine Gemenge von Chlor und einer Sauerstoffverbindung des Chlors zu seyn scheint. Neuere Versuche von Millon, deren Resultate hier mitgetheilt werden sollen, haben diese Vermuthung bestätigt, und die Natur dieses Körpers bis zu einem gewissen Grade aufgeklärt.

Leitet man das aus chlorsaurem Kali und Salzsäure entwickelte Gas durch eine Reihe U-förmiger Röhren, von denen die erste auf 0° , die folgenden auf -18° abgekühlt sind, so verdichtet sich in der ersten Röhre die mit übergehende Salzsäure, in den folgenden stärker abgekühlten Röhren condensirt sich dagegen nach Millon eine rothgelb gefärbte Flüssigkeit, während aus der Mündung der letzten Röhre reines Chlorgas entweicht. Das rothe Liquidum, von Millon Chlorochlorsäure genannt, siedet bei 32° , und verwandelt sich in ein gelbes Gas, welches sich erst bei 70° mit Explosion zersetzt. Mit einem Alkali in Berührung gebracht, zersetzt es sich langsam in Chlorsäure und chlorige Säure (Cl_2O_3), ebenso wie die Unterchlorsäure, welcher es auch in Geruch, Geschmack und sonstigen Eigenschaften sehr ähnlich ist. Es ist aber von dieser dadurch bestimmt verschieden, dass es bei Einwirkung eines Alkali's auf 1 At. chlorigsaures Salz nicht 1, sondern 2 At. chlorsaures Salz giebt, und scheint hiernach eine besondere Verbindung zu seyn, die auf 3 Aeq. Chlor 13 Aeq. Sauerstoff enthält, und die man als eine Verbindung von 1 At. chloriger und 2 At. Chlorsäure, $\text{Cl}_2\text{O}_3 + 2\text{Cl}_2\text{O}_5$, betrachten kann. Sie kann dadurch entstehen, dass 1 At. Chlorsäure und 2 Aeq. Salzsäure sich gegenseitig zersetzen in Wasser, 2 Aeq. Chlor und 1 At. chloriger Säure, welche dann mit 2 At. Chlorsäure sich verbindet. Diese Entstehungsweise würde in einem gewissen Zusammenhange stehen mit der der Unterchlorsäure, insofern bei der Bildung derselben ebenfalls 3 At. Chlorsäure in Wechselwirkung treten, von denen eins sich in chlorige Säure verwandelt, die sich mit einem anderen Atom Chlorsäure verbindet, während die von dem ersteren abgegebenen 2 At. Sauerstoff, die bei Gegenwart von Salzsäure mit dem Wasserstoff derselben sich verbinden, in diesem Fall mit dem dritten At. Chlorsäure Ueberchlorsäure bilden (s. S. 200). Indess wird hierdurch nicht erklärt, warum Davy's Euchloringas schon bei so niedriger Temperatur sich zersetzte, und warum seine Zusammensetzung so constant und sein Chlorgehalt viel größer war, als er nach der angenommenen Zersetzungsweise seyn könnte, selbst wenn alles freie Chlor mit dem Gas gemengt bliebe. Vielleicht liegt die Ursache

dieser Widersprüche zum Theil darin, dass *Day's* Euchloringas salzsaures Gas enthält, dessen Wasserstoff schon bei geringer Temperaturerhöhung mit dem Sauerstoff der Chlorverbindung Wasser bildete, wodurch sowohl das Gas leichter zersetzbar wurde, als auch der Chlorgehalt im Verhältniss zum Sauerstoffgehalt in dem nach der Zersetzung bleibenden gasförmigen Rückstande gröfser war, als in dem Gas vor der Zersetzung.

Millon hat auch über die chlorige Säure und andere Sauerstoffverbindungen des Chlors eine Untersuchung angestellt, deren Resultate als Nachtrag zu dem Artikel chlorige Säure: S. 199 im Supplementhefte in dem Art. Chlor-Säuren angegeben werden sollen. *Schn.*

Euchroit. Ein Mineral, welches, nach *Turner's* Analyse, aus 47,85 Kupferoxyd, 33,02 Arseniksäure und 18,80 Wasser besteht. *Berzelius* leitet aus dieser Zusammensetzung die Formel $4\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_5 + 8\text{H}_2\text{O}$ ab; *v. Kobell* hält es dagegen für wahrscheinlicher, dass anstatt 8 At. Wasser nur 7 vorhanden seyen, weil alsdann das Resultat der Berechnung mit dem der Beobachtung besser übereinstimmt. Die Krystallform des Euchroits ist rhombisch. Härte: zwischen Kalkspath und Flussspath. Spec. Gewicht 3,3 — 3,4. Farbe: smaragdgrün. Strich: licht apfelgrün. Glasglanz. Mehr oder weniger durchsichtig. — Der Euchroit ist bisher nur im Glimmerschiefer von Libethen in Ungarn gefunden worden. *Th. S.*

Euchron s. Euchronsäure.

Euchronsäure, Product der Metamorphose des mellithsauren Ammoniumoxyds durch Wärme. Der Name abgeleitet von $\epsilon\upsilon\chi\rho\omicron\omicron\varsigma$, von schöner Farbe, in Bezug auf ihre charakteristische Reaction. Von *Wr.* entdeckt ¹⁾.

Formel der verwitterten Säure: $\text{C}_{12}\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_7 + \text{aq.}$ Zusammensetzung der im nicht erhitzten Silbersalz enthaltenen (*Wr.*):

Kohlenstoff	50,33
Wasserstoff	0,69
Stickstoff	9,88
Sauerstoff	39,10
	<hr/>
	100,00

Atomgewicht = 1790,96.

Um die Euchronsäure darzustellen, erhitzt man fein geriebenes, verwittertes mellithsaures (honigsteinsaures) Ammoniumoxyd, dünn ausgebreitet auf einer Porzellanschale, in einem Oelbade mehrere Stunden lang und unter öfterem Umrühren in einer Temperatur höchstens zwischen 150° und 160°, oder so lange, als es noch nach Ammoniak riecht. Wird diese Temperatur überschritten, so entstehen secundäre Zersetzungsproducte und wenig Euchronsäure; erhitzt man darunter, so bleibt viel Salz unverändert. Nach beendigter Zersetzung ist es in ein blassgelbes Pulver verwandelt, welches ein Gemenge ist von einem in Wasser unlöslichen, stickstoffhaltigen Körper, dem Paramid, und von euchronsaurem Ammoniak, welches letztere mit Wasser ausgezogen werden kann. Man rührt die Masse mit Wasser an, digerirt sie damit längere Zeit bei 30 — 40°, bringt sie auf ein Filtrum, läst

¹⁾ Ann. der Chem. u. Pharm. XXXVII. S. 263.

die Lösung ablaufen und wäscht dann das Paramid mit Hilfe der Waschflasche so lange mit kaltem Wasser aus, bis das Durchlaufende nicht mehr sauer reagirt. Die erhaltene Lösung wird zur Trockne verdunstet, wobei das euchronsaure Ammoniak in Gestalt einer weissen, kaum krystallinischen Masse zurückbleibt. Man löst es in der kleinsten nöthigen Menge siedenden Wassers auf und vermischt diese Lösung noch heiss mit Salzsäure oder Salpetersäure. Beim Erkalten scheidet sich die Euchronsäure in Gestalt eines weissen Krystallpulvers ab, und nach dem völligen Erkalten bleibt nur sehr wenig aufgelöst. Man reinigt sie durch Umkrystallisiren aus siedend heissem Wasser.

Die Euchronsäure krystallisirt in sehr niedrigen, geschoben vierseitigen Prismen, die häufig eigenthümlich zu Zwillingen verwachsen sind. Sie ist sehr schwer löslich, reagirt aber stark sauer und schmeckt ungefähr wie *Cremor tartari*. In der Wärme verlieren die Krystalle 10,49 Proc. oder 2 At. Wasser und werden undurchsichtig, ohne zu zerfallen. Zuweilen erhält man sie in gelblichen und grösseren Krystallen; aber dann enthält sie Ammoniak. Die verwitterte Säure lässt sich ohne Veränderung bis wenigstens 280° erhitzen. Weiter erhitzt, schmilzt sie unter Kochen und Zersetzung, indem sich Cyanammonium und ein tiefgrünes, bitter schmeckendes Sublimat bilden. In ihrer Auflösung in Wasser wird sie bei der Siedehitze nur sehr langsam verändert; indessen findet man in der Mutterlauge, woraus sie krystallisirt ist, stets eine kleine Menge eines Ammoniaksalzes. Erhitzt man aber Euchronsäure mit Wasser in einem zugeschmolzenen Glasrohr bis zu 200°, so verwandelt sie sich, unter Assimilation der Elemente von Wasser, vollständig in saures mellithsaures Ammoniumoxyd. 1 At. Euchronsäure bildet mit 4 At. Wasser 1 Aeq. Ammoniumoxyd und 3 At. Mellithsäure. — Von Salzsäure oder Salpetersäure erleidet sie keine Veränderung.

Am ausgezeichneten ist das Verhalten der Euchronsäure zu Zink. Sie wird dadurch in einen tiefblauen Körper umgeändert, der sich aus der aufgelösten Säure auf das Zink niederschlägt, und zwar ohne Wasserstoffgas-Entwicklung. Stellt man das blanke Metall in eine Auflösung von Euchronsäure, so färbt sich seine Oberfläche augenblicklich prächtig blau. Die Farbe ist so intensiv, dass sich die geringste Spur von Euchronsäure zu erkennen giebt, wenn man einen Tropfen der zu prüfenden Flüssigkeit auf blankes Zink bringt. Der blaue Körper löst sich nicht vom Metall ab, auch nicht, wenn man es in eine im Sieden befindliche Lösung stellt. In diesem Falle wird er nach und nach so intensiv blau, dass er schwarz aussieht, jedoch mit einem deutlichen Scheine in's Rothe, wie Indigo. Durch Eintauchen des Zinks in verdünnte Salzsäure löst er sich ab. Nach dem Auswaschen und Trocknen bildet er eine schwarze Masse, die kein Zink enthält. Beim gelindesten Erwärmen, selbst auf Papier, wird er augenblicklich durch und durch weiss und ist dann wieder in Euchronsäure verwandelt. Was dieser Körper eigentlich ist, konnte wegen der Seltenheit des Materials bis jetzt nicht ausgemittelt werden. Nach seiner Entstehungsweise und seinem Verhalten beim Erhitzen zu schliessen, ist er entweder eine niedrigere Oxydationsstufe des Radicals der Euchronsäure, oder er ist, wie der farblose Indigo, eine neu gebildete Wasserstoffverbindung. Er hat den Namen Euchron erhalten. In Ammo-

niak, sowie in kaustischem Kali, löst er sich mit der prachtvollsten und intensivsten Purpurfarbe auf. Aber in dieser Auflösung ist er in Berührung mit der Luft so leicht veränderlich, dass die Flüssigkeit sogleich anfängt, sich von der Oberfläche an zu entfärben, und dass es hinreicht, sie zu bewegen oder auszugießen, um sie vollkommen farblos zu machen. In Verbindung mit Eisen entsteht das Euchron, wenn man eine Lösung von Euchronsaure mit aufgelöstem Eisenchlorür vermischt und dann ein Alkali hinzufügt. Es entsteht dann ein voluminöser, tiefveilchenblauer Niederschlag von großer Schönheit der Farbe, der aber an der Luft, z. B. beim Abfiltriren, sehr rasch die Farbe des Eisenoxydhydrats annimmt. Auch durch den galvanischen Strom entsteht das Euchron am negativen Pol in der Auflösung von Euchronsaure in einem Alkali.

Ueber die Zusammensetzung der Euchronsaure herrschen noch einige Zweifel, die erst durch weitere Untersuchung ihrer Salze beseitigt werden können. Es hat nämlich den Anschein, als ob durch ihre Vereinigung mit Silberoxyd ihr ganzer Wasserstoffgehalt in Form von Wasser ausgeschieden werden könne, und dass an dessen Stelle 2 Atome Silberoxyd träten, demzufolge also die wasserfreie Säure $= C_{12}N_2O_6$, die verwitterte $= 2aq. + C_{12}N_2O_6$ wäre. Sie könnte dann als eine gepaarte Mellithsäure betrachtet werden $= 2C_4O_3 + C_4N_2$, bestehend nämlich aus 2 At. Mellithsäure, vereinigt mit einem aus 4 At. Kohlenstoff und 1 Aequiv. Stickstoff bestehenden Körper, was auch erklären würde, warum sie, wie es scheint, stets 2 At. Basis aufnimmt.

Wr.

Euchronsaure Salze. Sie sind noch wenig untersucht. Sie scheinen meistens gelb zu seyn und 2 At. Basis zu enthalten. Bei Ueberschuss von stärkeren Basen gehen sie leicht in mellithsaure Salze über, unter Entwicklung von Ammoniak.

Euchronsaures Ammoniak, saures, siehe oben S. 1048.

Euchronsaure Baryterde, $2BaO \cdot B_{12}N_2H_2O_7 + 2aq.$ Die Säure fällt nicht Chlorbarium. Aber bei gleichzeitigem Zusatz von Ammoniak bildet sich das Barytsalz als ein gelber, krystallinischer Niederschlag. Die 2 At. Krystallwasser betragen 5,7 Proc.

Euchronsaures Bleioxyd, $PbO \cdot C_{12}H_2N_2O_7 + 4aq.$ Wird eine siedendheiße Lösung von Euchronsaure mit einer verdünnten Lösung von neutralem essigsäuren Bleioxyd vermischt, so scheidet sich das euchronsaure Blei beim Erkalten in mikroskopisch gelben Krystallen ab, die ein lebhaft gelbes Pulver bilden. Erhält man die Flüssigkeit, so lange es noch gelöst ist, noch länger im Sieden, so entsteht ein schwerer weißer Niederschlag, der mellithsaures Bleioxyd ist. Die 4 At. Krystallwasser, die bei 150° fortgehen, betragen 12,3 Proc.

Euchronsaures Silberoxyd, $2AgO \cdot C_{12}H_2N_2O_7$, ist ein blass schwefelgelbes, schweres Pulver, welches aus einer verdünnten Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd durch freie Euchronsaure gefällt wird. Anfangs löst sich der Niederschlag beim Umschütteln wieder auf. Dieses Salz löst sich nicht in Ammoniak auf; es wird aber dadurch verändert und farblos, und schlämmt sich dann so auf, dass beim Filtriren der größte Theil durch das Papier geht. Durch Salzsäure wird das Salz leicht zersetzt, ohne Veränderung der Euchronsaure. Beim Erhitzen zersetzt es sich ruhig, unter Abscheidung von viel Kohle und Entwicklung eines mit bläulicher Flamme brennen-

den Gases, das anfangs aromatisch, wie verbrennende Mellithsäure, nachher wie Cyansäure riecht. Nahe bei 2000°, seinem Zersetzungspunkte, schieden sich daraus 2,38 Proc. oder 1 At. Wasser ab.

Wr.

Eudialyt. Die richtige Zusammensetzung dieses zu den Silicaten gehörigen Minerals ist erst durch Pfaff's und besonders durch Stromeyer's Untersuchungen ermittelt worden. Trommsdorf, der den Eudialyt zuerst untersuchte, glaubte darin eine Zirkonart zu erkennen, indem er einen Gehalt von Zirkonerde in demselben nachwies. Gruner lieferte darauf eine vollständige Analyse des Minerals, durch welche jener Zirkonerdegehalt bestätigt wurde. Das numerische Resultat dieser Analyse ist jedoch, durch irgend einen Umstand, stark von der Wahrheit abweichend gemacht worden, wenigstens stimmt das Resultat von Gruner's Analyse durchaus nicht mit den Resultaten der Analysen Pfaff's und Stromeyer's überein. Letzterer bestimmte die Zusammensetzung des Eudialyts zu: 52,48 Kieselerde, 13,92 Natron, 10,90 Zirkonerde, 10,14 Kalkerde, 6,86 Eisenoxyd, 2,57 Manganoxyd, 1,03 Salzsäure und 1,80 Wasser. Hieraus leitet Berzelius die Formel: $Zr_2O_3, Fe_2O_3, SiO_3 + 3CaO, 3NaO, 2SiO_3$ verbunden mit einer gewissen Menge $NaCl_2$, für den Eudialyt ab. Das fein gepulverte Mineral wird durch Salzsäure, unter Gelatinirung, zerlegt. Die Vermuthung Pfaff's, dass die hierbei abgeschiedene Kieselerde einen ihr zwar ähnlichen, aber doch in gewissen Eigenschaften von ihr abweichenden Körper enthielt, welchen er Tantalin nannte, hat sich nicht bestätigt. — Die Hauptform des Eudialyts ist ein spitzes Rhomboëder. Härte: zwischen Apatit und Feldspath. Spec. Gewicht 2,85. Farbe: dunkel pfirsichblüthroth in's Bräunlichrothe. Glasglanz. Schwach durchsichtig bis undurchsichtig. Fundort: auf Grönland, im Gneuse. — Ein dem Eudialyt verwandtes Mineral ist der Wöhlerit (s. d.), welcher besonders durch einen wesentlichen Gehalt an Tantalsäure vor jenem charakterisirt ist, sich aber auch außerdem noch durch andere stöchiometrische Verhältnisse der übrigen Bestandtheile unterscheidet. Es ließe sich übrigens vermuthen, dass der Eudialyt ebenfalls Tantalsäure, wenn auch nur in unwesentlicher Menge, enthalte; durch Stromeyer's Untersuchung wird diese Vermuthung nicht abgewiesen. Vielleicht ist Pfaff's Tantalın eine Mischung von Kieselerde und Tantalsäure.

Th. S.

Endiometer, Endiometrie. Die ersten quantitativen Bestimmungen des Sauerstoffgehalts der atmosphärischen Luft, deren eine große Zahl kurz nach der Entdeckung des Sauerstoffs von Fontana und Landriani, und später von Scheele, Gay-Lussac und Anderen ausgeführt wurde, gaben so variirende Resultate, dass man damals die gesunde und ungesunde Beschaffenheit der Luft von ihrem bald größeren, bald geringeren Sauerstoffgehalte herzuleiten zu müssen glaubte. Aus diesem Grunde nannte Landriani das Instrument, womit er die Luft auf ihren Sauerstoffgehalt prüfte, Endiometer, Luftgütemesser — von *εὔδιος*, gut, heiter (von der Luft gebräuchlich) und *μετρεῖν*, messen. — Sein Endiometer bestand in einer graduirten Glasglocke, worin er nach Priestley's Vorschlage ein gemessenes Luftvolumen mit einem gleichfalls bekannten Volumen Stickoxydgas über Wasser vermischte; $\frac{1}{4}$ der erfolgten Volumverminderung wurde als Sauerstoff berechnet.

Seitdem man durch Anwendung besserer Methoden die constante Zusammensetzung der Luft für erwiesen hält, hat das Eudiometer seine ursprüngliche Bedeutung verloren. Uebrigens ist jenes Instrument beibehalten und zur Trennung und Bestimmung von Gasen überhaupt vielfach benutzt, so dass man gegenwärtig unter Eudiometrie im weiteren Sinne das Verfahren versteht, gemengte Gase zu trennen, und dem Volumen nach quantitativ zu bestimmen.

Obgleich die Eudiometrie in diesem Sinne einen sehr wichtigen Theil der analytischen Chemie ausmacht, so hat sie im Vergleich mit den übrigen Zweigen derselben doch nur eine sehr beschränkte Anwendung und geringes Vertrauen gefunden, offenbar weil die meisten Versuche an den großen Schwierigkeiten, welche die physikalische Beschaffenheit der Gase einer genauen Messung derselben und überhaupt jeder Manipulation mit ihnen entgegengesetzt, gescheitert sind.

Erst seit Bunsen's meisterhaften Untersuchungen über die Zusammensetzung verschiedener Hohofengase¹⁾ nimmt die Eudiometrie den ihr gebührenden Rang ein.

Bunsen hat die Gasanalyse durch ebenso sinnreiche als einfache Mittel von einer Menge vorher kaum geahnter Fehlerquellen befreit, und sie mit so vielen neuen, ingeniösen Methoden bereichert, dass sie hinsichtlich der Genauigkeit und Zuverlässigkeit ihrer Resultate keiner der übrigen analytischen Methoden, selbst nicht der organischen Analyse, mehr nachsteht, die meisten aber darin übertrifft. Wir werden uns daher auf eine kurze summarische Zusammenstellung der wichtigeren älteren Methoden, von denen die meisten gegenwärtig höchstens noch ein historisches Interesse haben, beschränken, um Bunsen's Verfahren, die atmosphärische Luft sowohl wie andere gemengte Gase zu analysiren, desto ausführlicher zu beschreiben.

Die älteren eudiometrischen Methoden unterscheiden sich hauptsächlich durch die verschiedenen Sauerstoff absorbirenden Mittel, wovon das Salpetergaseudiometer, ferner das Schwefelkalium-, Phosphor- und Wasserstoffeudiometer und andere ihre Namen entlehnten.

Die Unzuverlässigkeit des ursprünglichen Salpetergaseudiometers, welches, wie bereits erwähnt ist, sehr abweichende Resultate giebt, findet in der Beobachtung eine Erklärung, dass Sauerstoff und Stickoxyd sich unter Umständen bald zu salpetriger Säure, bald zu Untersalpetersäure, bald sogar zu Salpetersäure mit einander vereinigen, so dass der Sauerstoffgehalt des verschwundenen Gasvolumens von $\frac{1}{5}$ bis zu $\frac{3}{7}$ variiren kann.

Scheele bediente sich mit besserem Erfolge einer kalten Lösung von Schwefelkalium, oder des in Wasser suspendirten frisch gefällten Eisenoxydulhydrats, später auch einer feuchten Mischung von Eisenfeile und Schwefel, womit er ein gemessenes Luftvolumen so lange schüttelte, bis keine weitere Volumverminderung bemerkbar war. Aber jene Vorschriften nebst vielen anderen sind, obwohl (größtentheils) dem Princip nach richtig, doch unpraktisch und für solche Bestimmungen, bei denen es sich um Zehntel-Procente handelt, schon deshalb unbrauchbar, weil die Versuche über Wasser ausgeführt werden, einer Flüssigkeit, welche

¹⁾ Pogg. Ann. d. Phys. XLVI. p. 193; L. p. 81 u. 637. — Bunsen and Playfair, on the Gases evolved from Iron Furnaces; Report of the British Association for the Advancement of science for 1845.

selbst atmosphärische Luft auflöst, abgesehen davon, dass eine genaue Ablesung eines Gasvolumens oberhalb einer wässrigen Flüssigkeit wegen der Adhäsion des Wassers am Glase unmöglich ist.

Berthollet's Verfahren, den Sauerstoff durch Phosphor absorbiren zu lassen, gewährt schon eine gröfsere Genauigkeit, weil der Versuch über Quecksilber vorgenommen werden kann, allein auch dann erst, wenn man die phosphorigsauren Dämpfe, deren Tension nicht genau in Rechnung zu bringen ist, durch geeignete Absorptionsmittel entfernt.

Von allen Methoden, den Sauerstoff in der Luft zu bestimmen, gebührt dem Volta'schen Eudiometer entschieden der Vorzug. Zwar lassen die früher damit ausgeführten Bestimmungen noch Vieles zu wünschen übrig, allein die Fehlerquellen, womit Volta's Verfahren behaftet ist, sind der Art, dass sie sich durch geeignete Behandlung des Instruments und durch Beobachtung einiger weniger Vorsichtsmafsregeln vollständig beseitigen lassen. Wir werden weiter unten sehen, dass jene Methode nach der Vervollkommnung, welche sie durch Bunsen erhalten hat, den Sauerstoffgehalt der Luft mit noch gröfserer Genauigkeit angiebt, als es durch die bekannten von Dumas und Boussingault angestellten Versuche geschehen ist.

Das ursprüngliche Volta'sche Eudiometer besteht aus einer 10 bis 12 Zoll langen Glocke von sehr dickem Glase mit höchstens $\frac{1}{2}$ Zoll innerem Durchmesser. Am oberen verschlossenen Ende sind zwei starke Platindrähte in einander gegenüberstehenden Oeffnungen eingekittet, so dass sie sich inwendig bis auf 1 Linie nähern. Die Röhre selbst ist der Länge nach mit einer auf das Glas getragenen Graduierung versehen.

Nachdem man sie mit Quecksilber gefüllt und darauf in der Wanne umgekehrt hat, lässt man ein unbestimmtes Volumen der zu untersuchenden Luft eintreten, dessen Gröfse man nachher an der auf dem Glase befindlichen Theilung abliest. Jenem Volumen wird eine gleichfalls unbestimmte Menge reines Wasserstoffgas, aber mehr als zur Verbrennung des Sauerstoffs erforderlich ist, hinzugefügt, und die explosive Mischung, nachdem ihr Volumen wiederum genau gemessen ist, vermittelst der eingekitteten Platindrähte durch den elektischen Funken einer Leydener Flasche entzündet. Das nach der Verbrennung übrig gebliebene Gas von dem vorhergehenden abgezogen, giebt das verschwundene Volumen, wovon der Sauerstoff ein Drittheil ausmacht. Um zu verhindern, dass die Gase, welche sich im Momente der Entzündung durch die dabei frei werdende Wärme plötzlich stark ausdehnen, aus dem unteren offenen Ende des Eudiometers herausgeschleudert werden, senkt man dasselbe so tief wie möglich in die Quecksilberwanne ein, welche zu diesem Zwecke gewöhnlich eine besondere Vertiefung hat, so dass das Gas durch mehrere Zoll äufseren Quecksilberdruck comprimirt ist. Die Ablesung der Volumina geschieht bei diesem Verfahren wie bei allen früheren Methoden erst dann, wenn man durch Senkung des Eudiometers die innere und äufsere Flüssigkeit ins Niveau gebracht hat. Natürlich sind auferdem für Temperatur und Barometerstand die nöthigen Correctionen zu machen.

Anstatt die Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff durch den elektrischen Funken zu entzünden, benutzt Döbereiner die Eigenschaft des fein zertheilten Platins, die Vereinigung zu bewirken, indem er eine zu Kugeln geformte und dann geglühte Mischung von Platinschwamm und Thon an einem Clavierdraht unter Quecksilber in die Gase einführt.

Durch Beimischung einer hinreichenden Menge Thon kann die entzündende Kraft des Platins vernichtet werden, ohne dass es seine Fähigkeit verliert, jene Gase zu condensiren. Mit Hülfe solcher Kugeln, welche, im Verhältniss als die Menge des zu absorbirenden Sauerstoffs geringer ist, reicher an Platinschwamm seyn müssen, soll sich nach Turner noch $\frac{1}{100}$ Wasserstoff oder Sauerstoff in einem Gasgemenge nachweisen lassen. Seine eigenen Bestimmungen geben den Sauerstoff der Luft von 20,3 Proc. bis zu 21,7 Proc. variirend an.

Dass jene sehr bedeutenden Differenzen nicht von bloßen Beobachtungsfehlern herrühren, sondern dass obiges Verfahren nothwendig falsche Resultate geben muss, wird sehr begreiflich, sobald man die bekannte Eigenschaft aller porösen Körper, namentlich des fein zertheilten Platins, Gase in ihren Poren zu condensiren, in Erwägung zieht.

Wenn eine poröse Platin-Thonkugel, nachdem sie sich mit Luft gesättigt hat, in ein überschüssigen Wasserstoff enthaltendes Knallgasgemenge eingeführt wird, so condensirt nicht allein der ursprünglich in diesem enthaltene Sauerstoff ein Aequivalent Wasserstoff, sondern es muss von letzterem noch so viel mehr verschwinden, als der mit der Kugel hinzugebrachte Sauerstoff zur Verbrennung bedarf. Der Sauerstoffgehalt wird daher zu groß gefunden. Der Fehler verdoppelt sich aber, weil von den nach vollendeter Absorption übrig bleibenden Gasen (Stickstoff und Wasserstoff) eine ihrer Absorbirbarkeit entsprechende Menge für den verschwundenen Sauerstoff von der porösen Kugel aufgenommen, und mit ihr dem noch zu messenden Volumen entzogen wird.

Bunsen's Verbesserungen der eudiometrischen Analyse bestehen weniger in der Erfindung neuer Instrumente, als in der Beseitigung der zahllosen Fehlerquellen, womit Volta's Verfahren früher behaftet war, sowie in der Einführung neuer sinnreicher Methoden zur Trennung und Bestimmung nicht allein des Sauerstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs und der Kohlensäure (auf welche sich die Eudiometrie bisher fast ausschließlich beschränkte), sondern beinahe aller permanenten Gase, welche sich über Quecksilber auffangen lassen. Sein Eudiometer, Fig. 88., ist eine 600 bis

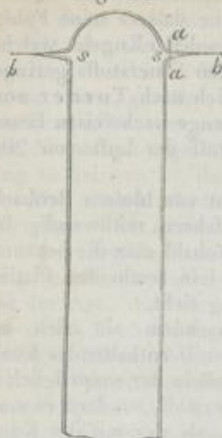
Fig. 88.



700 Millimeter lange Glasröhre von möglichst gleicher Weite, deren innerer Durchmesser gegen 19 Mm. beträgt; die Dicke des Glases überschreitet nicht $1\frac{1}{2}$ Mm. Am oberen zugeschmolzenen Ende befinden sich in zwei einander gegenüberstehenden Punkten feine eingeschmolzene Platindrähte, welche inwendig so umgebogen sind, dass sie sich dicht an die Wand des Eudiometers anlegen, und in der Spitze desselben bis auf 3 Mm. einander nähern. Da die Brauchbarkeit jenes Apparates sehr davon abhängt, wie die Platindrähte in dem Glase befestigt sind, so muss auf diese Operation ganz besondere Sorgfalt verwandt werden.

Das Einschmelzen geschieht auf folgende Weise. Nachdem die Röhre am Ende rund geblasen und an dieser Stelle gehörig verdickt ist, erhitzt man den noch heißen Kopf, Fig. 89., mit einer recht spitzen Flamme der Glasbläserlampe an der Stelle *s*, und zieht das erweichte Glas mit einem angelötheten Platindrähte zu einem feinen hohlen Kegel *s b* aus; die nämliche Opera-

Fig. 89.

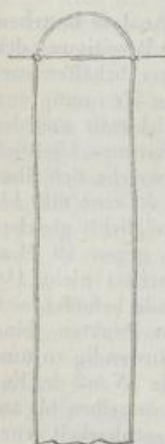


tion wird an der andern Seite wiederholt. Man schneidet darauf die ausgezogenen Enden mit einer scharfen Feile dicht über der noch heißen Wandung bei *aa* ab, glättet durch behutsames Feilen die noch kantigen Schnittflächen, und engt beide Oeffnungen in der Flamme so weit ein, bis sie ungefähr den Durchmesser der einzuschmelzenden Drähte erhalten haben. Zwei Platindrähte von der Dicke eines starken Pferdehaares werden dann mit einer Zange nach einander in die Oeffnungen eingeführt, und durch eine recht heiße Flamme sehr innig mit dem Glase zusammengeschmolzen, wobei man die Röhre fortwährend in drehender Bewegung erhält, und das zusammenfallende Glas durch Einblasen mit dem Munde in das offene Ende der Röhre von Zeit zu Zeit wieder erweitert. Bei gut ausgeführter Operation ist es kaum nöthig, die Röhre langsam sich abkühlen zu lassen; wenn sie beim Erkalten an den gelötheten Stellen springt, so ist dies immer ein Beweis, dass die Platindrähte mit dem

Glase nicht vollkommen zusammengelöthet waren.

Nachdem das Glasrohr völlig erkaltet ist, werden die beiden inneren Drahtenden, Fig. 90, mit einem runden hölzernen Stabe gegen die Wand des Eudiometers gedrückt; die nach außen stehenden Enden kann man zu kleinen Oesen umbiegen, wie Fig. 88 zeigt.

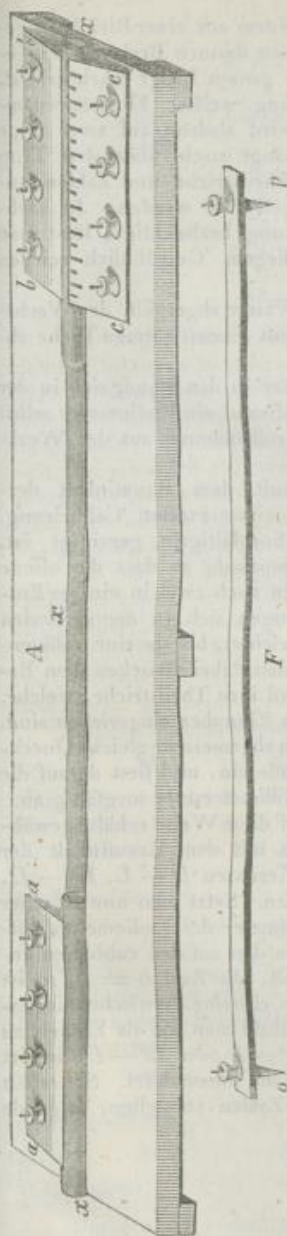
Fig. 90.



Bunsen's Eudiometer unterscheidet sich dadurch von den ehemals gebräuchlichen, dass die darauf befindliche Theilung eine willkürliche, von der Capacität der Röhre an und für sich unabhängige ist. Eine Graduirung, deren Theilstriche die Capacität einer Röhre unmittelbar ausdrücken sollen, ist nicht allein schwieriger ausführbar, sondern giebt auch den cubischen Inhalt bei weitem nicht so genau an, als wenn man das Eudiometer mit irgend einem Längenmaafs, z. B. mit einer Millimetercala, versieht und nachher den Werth der einzelnen Theilstriche in Bezug auf den Rauminhalt der Röhre durch Calibrirung feststellt.

Zu jenem Zwecke hat Bunsen einen besonderen Theilungsapparat construirt, Fig. 91, Er besteht aus einem 2,5 Meter langen und 3 Decimeter breiten starken hölzernen Brette *A*, in dessen Mitte sich der ganzen Länge nach eine ovale Vertiefung *xxx* befindet, welche den Maafsstab und die zu theilende Glasröhre aufnimmt. Als Maafsstab dient eine etwa 600 Mm. lange Röhre von hartem Glase, worin die Millimeter mit Flusssäure tief genug eingätzt sind, um eine scharfe Stahlspitze in sich aufzunehmen. Er wird an dem einen Ende des Brettes durch Aufschrauben der Messingplatte *aa* in dem Einschnitte *xxx* befestigt. Die zu theilende Glasröhre liegt am anderen Ende unter ähnlichen Messingplatten *bb* und *cc*, welche etwa 5 Mm. weit von einander abstehen. Sie ist zuvor mit einer dünnen Schicht von Wachs, dem

Fig. 91.



man zur Verminderung seiner Sprödigkeit wenige Tropfen Terpenthinöl zugesetzt hat, gleichförmig überzogen.

Um die Eintheilung des Maafsstabes darauf zu übertragen, bedient man sich des Stangencirkels *F*, eines unbiegsamen starken Holzstabes von 1,5 Meter Länge, an dessen Enden zwei in feine Spitzen auslaufende Stahlnägeln *o* und *p* durch Schrauben befestigt sind. Während die Spitze *o* in der Vertiefung eines der in den Maafsstab eingezätzten Millimeter ruht, durchschneidet man mit der Spitze *p* durch gelinden Druck der Hand die dünne Wachschiicht des zwischen den Messingplatten *bb* und *cc* blofs liegenden Theils der Röhre, und wiederholt dies, den Stangencirkel von Millimeter zu Millimeter fortrückend, bis sie ihrer ganzen Länge nach getheilt ist. Dazu bedarf es kaum des Gesichts, denn die Hand, welche das Ende *o* führt, empfindet deutlich genug, wenn die Spitze in einen Theilstrich einfällt.

Die einander gegenüberstehenden parallel laufenden Kanten der Platten *bb* und *cc* bewirken, dass die Theilstriche in gerader Linie unter einander stehen und gleiche Länge erhalten. Weil aber die Ablesung eines Gasvolumens an der Eudiometerscala sehr erleichtert wird, wenn einzelne Millimeter sich durch ihre Länge von den übrigen Theilstrichen unterscheiden, so hat die Platte *cc* in der Entfernung von je fünf Millimetern abwechselnd gröfsere und kleinere Einschnitte, in welche die schneidende Spitze *p* jedesmal beim fünften und zehnten Theilstrich einfallen muss.

Außerdem ist auf der unteren Seite jeder Platte in geringer Entfernung von ihren Kanten ein schmaler Metallstreifen festgelöthet, welcher dadurch, dass er beim Festschrauben der Glasröhre sich selbst gegen dieselbe andrückt, die Berührung und Verletzung des Wachsüberzugs in unmittelbarer Nähe der Theilstriche verhindert, wo die Ausbesserung nicht ohne Gefahr für letztere würde vorgenommen werden können.

Nach vollendeter Theilung werden von oben an neben die Centimeter die zugehörigen Zahlen in den Wachsüberzug eingeschrieben, und dann alle Stellen, wo

das Glas ungehöriger Weise blofs liegt, sorgfältig mit geschmolzenem Wachs bedeckt.

Die Aetzung mit Flusssäure wird über einem aus einer Bleiplatte geformten Troge vorgenommen, worin man einen dünnen Brei von feingepulvertem Flussspath und Schwefelsäure der ganzen Länge nach erhitzt, bis überall eine gleichmäßige Entwicklung weisser Flusssäuredämpfe stattfindet. Das zu ätzende Glasrohr wird alsdann auf zwei seine Enden unterstützende Korkscheiben der Länge nach über den Trog gelegt, so dass die nach unten gekehrten Theilstriche und Zahlen unmittelbar von den aufsteigenden Dämpfen getroffen werden. Je nachdem man eine schwächere oder tiefere Aetzung beabsichtigt, lässt man das Eudiometer kürzere oder längere Zeit liegen. Gewöhnlich reichen dazu 15 bis 20 Minuten hin.

Die Röhre wird nachher sorgfältig mit Wasser abgespült, der Wachsüberzug über Kohlenfeuer geschmolzen und mit einem warmen Tuche abgerieben.

Das obige Verfahren setzt jeden Chemiker in den Stand, sich in der kürzesten Zeit und ohne erheblichen Kostenaufwand ein Eudiometer selbst zu verfertigen, welches kaum schöner und vollkommner aus der Werkstatt des Mechanikers hervorgehen kann.

Um die Theilung des Eudiometers mit dem Rauminhalt desselben vergleichbar zu machen, bedarf es einer exacten Calibrirung. Die Röhre wird, nachdem sie auf das Sorgfältigste gereinigt ist, verkehrt in einen Halter (s. Halter) eingespannt, so dass das offene Ende nach oben gekehrt ist, und durch Visiren nach zwei in einiger Entfernung aufgehängten Lothen, deren Richtungen sich in der verticalen Linie des Eudiometers kreuzen, so lange gerichtet, bis sie eine vollkommen senkrechte Stellung erhalten hat. Sie muss dabei zwischen dem Beobachter und einem hellen Fenster stehen, und ihre Theilstriche, welche um sie recht sichtbar zu machen, mit etwas Zinnober eingerieben sind, dem Auge zukehren. Man gießt alsdann genau abgemessene gleiche Quecksilbervolumina nach einander in das offene Ende ein, und liest darauf die Höhe der Quecksilbersäule jedesmal an der Millimeterscala sorgfältig ab.

Die Zahlen L, L', L'' etc., welche man auf diese Weise erhält, gewähren insofern für die Vergleichung der Scala mit dem Rauminhalt der Röhre genügende Anhaltspunkte, als die Differenzen $L' - L, L'' - L', L''' - L''$ etc. gleichen Capacitäten entsprechen. Setzt man nun in einer Tabelle, deren erste Columne sämtliche Millimeter des Eudiometers aufgezeichnet enthält, und deren zweite Columne den auf den cubischen Inhalt reducirten Werth derselben angeben soll, die Zahl $L = A$, so ist offenbar $L' = 2A, L'' = 3A$ etc. Für jedes einzelne dazwischen liegende Millimeter ergibt sich aber der Werth, sobald man die als Einheit zu Grunde gelegte Zahl A durch die Differenzen $L' - L$ oder $L'' - L'$ dividirt und den Coefficienten der vorbergehenden Zahl hinzuaddirt. So erhält man, vorausgesetzt, dass L, L', L'' ganze Zahlen vorstellen, folgende Tabelle:

$$\begin{array}{l}
 L \dots \dots A \\
 L+1 \dots A + \frac{A}{L'-L} \\
 L+2 \dots A + 2\frac{A}{L'-L} \\
 L+3 \dots A + 3\frac{A}{L'-L} \\
 L' \dots \dots 2A \\
 L'+1 \dots 2A + \frac{A}{L''-L'} \\
 L'+2 \dots 2A + 2\frac{A}{L''-L'} \\
 \text{etc.} \qquad \qquad \text{etc.}
 \end{array}$$

Bei obiger Berechnung wird angenommen, dass die Röhre in den kleinen Abständen zwischen L' und L u. s. w. gleiche Weite habe. Obgleich diese Voraussetzung niemals genau eintrifft, so kann der Fehler doch als verschwindend klein angesehen werden, sobald das Eudiometer ein nur einigermaßen gleichförmiges Caliber besitzt, und jene Punkte nicht zu weit von einander entfernt liegen. Das Gefäß, dessen man sich zum Abmessen des Quecksilbers bedient, darf daher nicht gar zu groß seyn, sondern eben nur so viel Quecksilber fassen, als den Raum zwischen je zehn Theilstrichen des Eudiometers ausfüllt.

Die bei der Berechnung der Tabelle als Einheit zu Grunde gelegte Größe A kann jede beliebige Zahl seyn; am liebsten wählt man dazu das Mittel aller Differenzen $L'-L$, $L''-L'$ etc. Diese Wahl gewährt den Vortheil, dass die Zahlen der ersten und zweiten Columne nicht zu sehr von einander abweichen und deshalb ohne erheblichen Fehler gleiche Bruchtheile von beiden Seiten abgezogen oder hinzuaddirt werden können.

Gesetzt, man habe durch die Calibrirung folgende Zahlen erhalten:

11,5 22,1 32,8 43,4 54,2

und man setze: $11,5 = 10,7$ (die mittlere Differenz), so entsprechen den Zahlen:

11,5 22,1 32,8 43,4 54,2

die Capacitäten:

10,7 21,4 32,1 42,8 53,5
 $(2 \times 10,7)$ $(3 \times 10,7)$ $(4 \times 10,7)$ $(5 \times 10,7)$

Da aber die erste Columne der Tabelle nur ganze Zahlen enthält, so werden durch Subtraction gleicher Bruchtheile auf beiden Seiten geradezu die Millimeter:

11 22 33 43 54

den Capacitäten:

10,2 21,3 32,3 42,4 53,3

gleichgesetzt.

Um für die zwischen 11 und 22 liegenden einzelnen Millimeter die correspondirenden Werthe zu finden, bedarf es hier nur einer Interpolation. Auf diese Weise ist folgende Tabelle entworfen:

Mm.		Mm.		Mm.		Mm.	
10	9,2	22	21,3	34	33,3	46	45,4
11	10,2	23	22,3	35	34,3	47	46,4
12	11,2	24	23,3	36	35,3	48	47,4
13	12,2	25	24,3	37	36,3	49	48,4
14	13,2	26	25,3	38	37,3	50	49,3
15	14,2	27	26,3	39	38,3	51	50,3
16	15,2	28	27,3	40	39,4	52	51,3
17	16,3	29	28,3	41	40,4	53	52,3
18	17,3	30	29,3	42	41,4	54	53,3
19	18,3	31	30,3	43	42,4		
20	19,3	32	31,3	44	43,4		etc.
21	20,3	33	32,3	45	44,4		

Zum Abmessen der Quecksilbervolumina beim Calibriren bedient man sich eines an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhrchens von angemessener Capacität, dessen offenes sorgfältig abgeschliffenes Ende mit einer matten Glasplatte gut verschlossen werden kann. Es wird durch Eintauchen unter Quecksilber mit der Vorsicht, dass keine Luftbläschen darin zurückbleiben, zum Ueberfließen gefüllt, und darauf das Uebermaafs durch Auflegen und Andrücken der Glasplatte entfernt. Dabei ist Sorge zu tragen, dass die Temperatur des Metalls während des Calibrirens sich möglichst gleich bleibt; es ist daher rathsam, das Röhrchen, anstatt es beim Füllen und Ausgießen mit der Hand zu fassen, in einen kleinen Halter einzuspannen, und überhaupt die Hände so wenig wie möglich mit dem Quecksilber in Berührung zu bringen.

Die kleinen Luftblasen, welche nach dem Eingießen der abgemessenen Volumina im Eudiometer zwischen der Glaswand und dem Quecksilber haften bleiben, werden vor jeder Ablesung durch Berührung mit einem blanken Eisendraht sorgfältig abgelöst.

Die Genauigkeit der eudiometrischen Messungen ist an die Bedingung geknüpft, dass das Auge des Beobachters sich in vollkommen horizontaler Ebene mit der Oberfläche der Quecksilbersäule befinde. Die geringste Hebung oder Senkung des Auges zieht eine große scheinbare Veränderung im Stande der Quecksilbersäule nach sich. Dieser Fehler kann dadurch vermieden werden, dass man in einem Spiegelstreifen, den man dem Gesicht gegenüber fest an das vertical stehende Eudiometer anlegt, genau über der Fläche der Quecksilberkuppe hin den Mittelpunkt seines Auges fixirt. Wenn so das Auge eine feste Stellung erhalten hat, wird der Spiegel entfernt, und alsdann die Höhe der Säule an der Millimeterseala gemessen. Auf diese Weise lassen sich bei einiger Uebung noch $\frac{1}{10}$ Millimeter mit großer Schärfe bestimmen.

Statt der Spiegelablesung macht Bunsen auch von einem in verticaler Richtung beweglichen, horizontal gerichteten Fernrohr Gebrauch, welches vier bis sechs Schritte vom Eudiometer entfernt aufgestellt ist. Diese Vorrichtung gewährt, abgesehen davon, dass sich die Ablesungen durch das Fernrohr mit viel größerer Leichtigkeit ausführen lassen, besonders in Bezug auf die Messung von Gasen den großen Vortheil, dass der Beobachter sich in weiterer Entfernung von diesen befindet, und nicht wie bei der Spiegelablesung eine Ausdehnung derselben durch seine Nähe zu befürchten hat.

Die mit Beachtung obiger Vorsichtsmafsregeln gemachten Bestim-

mungen sind noch mit einem constanten Fehler behaftet, wozu die Convexität der Quecksilbersäule Veranlassung giebt. Das Quecksilbervolumen $aoa'b$, Fig. 92, dessen Höhe durch die Linie coc' angegeben wird, füllt

Fig. 92.



den Raum $bcoc'$ nicht völlig aus; es würde, wenn die Oberfläche vollkommen eben wäre, etwa nur den Raum $baxx'$ einnehmen. Jener Fehler, welchen wir Fehler des Meniscus nennen wollen, wiederholt sich aber beim Gebrauch des Eudiometers, wenn es sich in umgekehrter Stellung befindet. Denn gesetzt, man habe ein Gasvolumen $bnon'$ zu messen und die Quecksilbersäule $snon'$ reiche wieder bis zur Marke coc' , so wird jenes offenbar durch die dieser Marke zugehörige Zahl um das Volumen $naoan'$, d. h. um den doppelten Fehler des Meniscus, zu gering angegeben.

Die Größe des einfachen Fehlers kann bei jedem Glasrohr von annähernd gleichem Caliber durch einen Versuch ein für allemal bestimmt werden. Gießt man nämlich auf die Quecksilberkuppe aoa' , nachdem man ihre Höhe bei coc' genau gemessen hat, einige Tropfen einer Auflösung von Sublimat, so verschwindet die Convexität in Folge der Bildung von Quecksilberchlorür, welches am

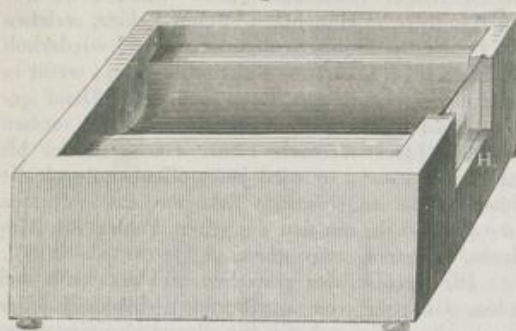
Glase adhärirt, und das Quecksilber erhält eine vollkommen ebene Oberfläche xax' . Die Niveaudifferenz von cc' und xax' drückt daher den einfachen Fehler des Meniscus aus, dessen doppelter Betrag einem jeden später beobachteten Gasvolumen hinzuaddirt werden muss.

Ein Haupterforderniss zur Ausführung genauer eudiometrischer Analysen ist ein nach Norden gelegenes und gegen die Sonnenstrahlen möglichst geschütztes Local, in welchem Zugluft und Alles, was einen raschen Temperaturwechsel bewirken kann, sorgfältig vermieden werden muss. Das Eudiometer wird in der Nähe des Fensters so aufgestellt, dass das durchfallende Licht die Theilstriche dem gegenüberstehenden Beobachter möglichst sichtbar macht. Außerdem ist Sorge zu tragen, dass ein empfindliches Thermometer, an welchem sich durch Schätzung noch Zehntel-Theilstriche genau bestimmen lassen, dicht neben dem Eudiometer und in gleicher Höhe mit dem Gasvolumen aufgehängt werde, und vor Allem die Vorsicht nicht außer Acht zu lassen, dass zwischen jeder mit dem Gasapparate vorgenommenen Manipulation und der darauf folgenden Ablesung ein Zeitraum von wenigstens einer halben Stunde liegt, während deren das Zimmer von Niemandem betreten wird, damit das Gasvolumen sowohl wie das benachbarte Thermometer genau die Temperatur der umgebenden Luft annehmen. Nach jeder Verbrennung aber, oder nach der Zulassung von Sauerstoff, wo man genöthigt war, eine brennende Spirituslampe in die Nähe zu bringen, kann man nicht vor Ablauf einer Stunde mit Sicherheit darauf rechnen, dass die Temperaturen sich ausgeglichen haben. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass ein genaues Barometer, welches noch eine Bestimmung von Zehntel-Millimetern zulässt, und dessen Höhe nach jeder Gasmessung auf's Neue abgelesen werden muss, ebenfalls zu den Erfordernissen der eudiometrischen Analyse gehört.

Anstatt der gebräuchlichen eisernen oder porzellanenen Quecksilber-

wannen, an deren harten Wänden die Glasröhren so leicht zerbrechen, bedient man sich lieber eines trogförmig ausgehöhlten massiven Holzblocks, Fig. 93, von etwa $1\frac{1}{2}$ Fufs Länge und entsprechender Breite

Fig. 93.



und Dicke, dessen Höhlung 50 bis 70 Pfund Quecksilber fasst. In dem Ausschnitte der dem Beobachter zugekehrten Seitenwand *H* ist ein starkes Glasstück eingekittet. Dieses Fenster dient zur Ableseung des unteren Quecksilber-niveau's in der Wanne am Fusse des getheilten Eudiometers, eine Be-

stimmung, welche sich mit großer Schärfe ausführen lässt, nachdem man das Auge in gleiche Höhe mit der Ebene der Quecksilberfläche gestellt hat. In Ermangelung jener Vorrichtung kann ein feiner, am Ende gerade gebogener Clavierdraht aushelfen, den man auf dem Quecksilber schwimmend an das Eudiometer anlegt. Um den Berührungspunkt dem Auge sichtbar zu machen, lässt man durch einen Spiegel das Licht auf diese Stelle reflectiren.

Es ist von Wichtigkeit, dass das Quecksilber, welches zu eudiometrischen Analysen dienen soll, von jeder Beimengung eines fremden Metalls, namentlich von Blei und Zinn, welche ihm die Eigenschaft zu schmutzen und am Glase zu adhäriren ertheilen, möglichst frei sey. Von jenen Metallen wird es am leichtesten dadurch gereinigt, dass man es in einem flachen Gefässe mit verdünnter Salpetersäure übergießt und unter häufigem Umrühren einen Tag lang damit in Berührung lässt. Von anderen, nur die Oberfläche verunreinigenden Substanzen kann es durch bloßes Filtriren befreit werden.

Man kann bei der Ausführung eudiometrischer Analysen nicht genug darauf bedacht seyn, jeder Verunreinigung der zu untersuchenden Gase mit atmosphärischer Luft möglichst vorzubeugen. Daher ist schon von vorn herein auf das Füllen des Eudiometers mit Quecksilber große Sorgfalt zu verwenden. Wenn man auf die gewöhnliche Weise Quecksilber in das offene Ende einer Röhre eingießt, so bleiben unzählige Luftblasen an der Glaswand, zwischen ihr und dem Quecksilber haften; die größeren derselben können zwar durch Berührung mit einem blanken Draht oder dadurch entfernt werden, dass man eine große Luftblase auf- und niedersteigen lässt, allein eine Menge mikroskopischer Bläschen bleiben dennoch zurück, welche dann beim späteren Einlassen des zu untersuchenden Gases von diesem fortgerissen werden, und sein Volum, wenn auch nur um etwas, so doch vergrößern. Jenem Uebelstande hat *Bunsen* durch Anwendung eines Trichters abgeholfen, in dessen Halse eine enge Glasröhre von der Länge des Eudiometers mit einem Korke befestigt ist. Wenn man diese in das zuvor vollkommen gereinigte, mit

dem offenen Ende nach oben gekehrte Glasrohr bis auf den Boden einführt und alsdann das Quecksilber durch den Trichter eingießt, so legt es sich, während es die atmosphärische Luft langsam vor sich herschiebt, mit spiegelblanker Oberfläche an die Glaswand an. Ist die Röhre bis zum Ueberlaufen gefüllt, so wird sie oben mit dem Daumen verschlossen, und umgekehrt unter Quecksilber geöffnet, worauf man die zu untersuchenden Gase einfüllt. Sind letztere nicht der Art, dass man sie unmittelbar aus dem Entwicklungsapparat ausströmen lassen kann, sondern müssen sie, wie es meistens der Fall ist, an einem entfernten Orte gesammelt werden, so ist es sehr zweckmäßig, Glasröhren von 4 bis 6 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Weite damit anzufüllen und deren Enden darauf hermetisch zu verschließen. Unmittelbar vor dem Gebrauche wird eine solche Röhre durch Abbrechen der Spitze unter Quecksilber geöffnet und ihres Inhaltes durch Neigen in das Eudiometer entleert. (Uebrigens vergleiche man über Auffangen und Aufbewahren der Gase den Art. Gase.)

Bei den Reductionen der gemessenen Gasvolumina auf einen Normalbarometer- und Thermometerstand ist natürlich auch die durch die Tension des Wasserdampfes bewirkte Ausdehnung der damit gesättigten Volumina in Rechnung zu bringen. Man würde einen großen Fehler begehen, wollte man Gasvolumina messen, worin Wasserdampf enthalten ist, ohne das Maximum seiner Spannkraft erreicht zu haben. Sie müssen daher entweder vollkommen trocken oder ganz mit Wasserdampf gesättigt seyn.

Um des zeitraubenden Trocknens der anfänglichen Gasvolumina überhoben zu seyn, zieht man vor, sie von vorn herein im feuchten Zustande zu messen, vorausgesetzt, dass es ihrer Natur angemessen ist. Dies kann auf eine sehr einfache Weise dadurch erreicht werden, dass man einen Wassertropfen von der Größe eines Stecknadelknopfes, der an dem Ende eines Eisendrahtes hängt, mit diesem in das leere Eudiometer einführt, und im Kopfe desselben an der Glaswand abstreift, ohne die Röhre übrigens damit zu benetzen. Diese Wassermenge ist mehr als hinreichend, um bei gewöhnlicher Temperatur das nachher einzulassende Gas mit seinem Dampfe zu sättigen.

Die eudiometrische Analyse gemengter Gasarten zerfällt in zwei Theile, die Trennung der absorbirbaren Gase durch geeignete Absorptionsmittel und die Bestimmung der brennbaren Gase durch Verbrennung mit Sauerstoff.

Obschon es nicht an Stoffen fehlt, welche Kohlensäure, schweflige Säure und andere Gasarten leicht und vollständig absorbiren, so eignen sich doch nur wenige und auch diese nicht in jeder Form zu eudiometrischen Bestimmungen. Am wenigsten entsprechen Flüssigkeiten diesem Zwecke. Ihre größere oder geringere Absorptionsfähigkeit für die meisten Gase, die Schwierigkeit, sie nach beendeter Absorption wieder zu entfernen, ferner die meistens nicht genau in Rechnung zu bringende Tension ihrer Dämpfe, welche bei der Kalilauge mit ihrer Concentration wechselt, und endlich die Unmöglichkeit, über einer am Glase adhären- den Flüssigkeitsschicht ein Gasvolumen genau zu messen, geben zu einer so großen Menge nicht zu beseitigender Fehlerquellen Veranlassung, dass man auf sie gänzlich Verzicht leisten muss.

Bunsen wendet deshalb nur solche Substanzen an, welche die beiden sehr wesentlichen Bedingungen erfüllen, dass sie ein möglichst geringes Volumen einnehmen, und dass sie mit Leichtigkeit in das Eudio-

meter ein- und ausgeführt werden können. Jenem Zwecke entsprechen am vollkommensten kleine an einem Draht befestigte Kugeln. Kalihydrat, Phosphor oder Chlorcalcium werden auf die Weise zu Kugeln geformt, dass man sie im geschmolzenen Zustande in eine Pistolenkugelform von etwa 6 Millim. innerem Durchmesser eingießt, während das Ende eines blanken Clavier- oder besser Platindrahtes bis in die Mitte derselben hineinragt. Nach dem Erkalten sitzen sie an dem Drahte fest. Um ihnen eine vollkommen runde Gestalt zu geben, schneidet man, wie bei den Bleikugeln, den angeschmolzenen Hals mit einem Messer ab.

Die Trennung der absorbirbaren Gase und die Verbrennung können nicht wohl in demselben Gefäße vorgenommen werden. Denn gesetzt, man habe Kohlensäure und Kohlenoxyd zu trennen, so ist nicht zu vermeiden, dass von der eingeführten Kalikugel kleine Mengen an der Innenseite des Eudiometers haften bleiben. Wollte man darauf in derselben Röhre das Kohlenoxyd mit Sauerstoff verbrennen, so würde von dem zurückgebliebenen Kali augenblicklich eine kleine Menge der neugebildeten Kohlensäure absorbirt werden, welche dann auf keine Weise mehr in Rechnung gebracht werden kann.

Jenem Uebelstande begegnet Bunsen durch Anwendung eines besonderen kürzeren Eudiometers, Fig. 94, von etwa 200 Millimeter Länge,

Fig. 94.



dessen unteres Ende ein wenig umgebogen ist. Diese Röhre, welche keine eingeschmolzenen Platindrähte besitzt, dient zur successiven Trennung aller absorbirbaren Gase: der schwefligen Säure, Kohlensäure, Salzsäure, des ölbildenden Gases, Sauerstoffs etc.; erst nachdem dieselben entfernt sind, wird der Rückstand, welcher aus Stickstoff, Kohlenoxyd, Wasserstoff, Grubengas oder anderen entzündlichen Gasen bestehen mag, in das zur Verbrennung bestimmte größere Eudiometer übergefüllt, wovon indessen nur ein Theil verwandt zu werden braucht.

Das specielle Verfahren bei den eudiometrischen Bestimmungen gemengter Gase und die dabei anzuwendenden Vorsichtsmaßregeln lassen sich am besten durch ein Beispiel erörtern; wir wählen dazu die Analyse des durch Destillation der Steinkohlen gewonnenen Leuchtgases, welches aus Grubengas Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, ölbildendem Gas und atmosphärischer Luft besteht, und außerdem Dämpfe von Phenyl, Naphtalin, Benzin und anderen Kohlenwasserstoffen enthält.

Man lässt in das kleine, zu Absorptionen bestimmte Eudiometer, nachdem es auf die beschriebene Weise mit Quecksilber angefüllt und vorher noch mit einem Wassertropfen befeuchtet ist, etwa so viel Gas eintreten, dass es darin ein Volumen von 100 bis 130 Millimeter Länge erfüllt. Wenn der Apparat gehörig erkaltet ist, liest man das obere Niveau der Quecksilbersäule und die Temperatur an dem daneben befindlichen Thermometer beide durch das Fernrohr nach einander ab, bestimmt darauf das Niveau des Quecksilbers in der Wanne und zuletzt den Barometerstand. Sämmtliche Daten werden gehörig notirt und dabei bemerkt, dass das gemessene anfängliche Gasvolumen sich im Maximum der Feuchtigkeit befand.

Zunächst wird die Kohlensäure durch eine Kalikugel, welche vor dem Einbringen mit Wasser angefeuchtet seyn muss, absorbirt. Um die Absorption zu beschleunigen, wendet man am liebsten solche Kalikugeln an, welche aufer dem Hydratwasser noch Krystallwasser enthalten. So lange die Kugel sich im Eudiometer befindet, darf das andere Drahtende niemals über die Oberfläche des Quecksilbers in der Wanne herausragen, weil längs dem Drahte, welcher nicht vom Quecksilber benetzt wird, eine Diffundirung des abgesperrten Gases und der äusseren Luft unfehlbar eintreten würde. Nach beendeter Absorption ist das rückständige Gas durch das Kali zugleich getrocknet und als solches zu berechnen.

Zur Trennung des ölbildenden Gases, welche zunächst folgt, wendet Bunsen eine Mischung von etwa gleichen Theilen wasserfreier und gewöhnlicher rauchender Schwefelsäure an, welche bei gewöhnlicher Temperatur krystallinisch erstarrt. Um dieselbe in geeigneter Form in das Eudiometer einzuführen, bedient man sich einer am Platindraht befestigten, damit imprägnirten harten Coakkugel. Gleiche Theile feingepulverten Cannelkohle und Coaks werden in einer eisernen Kugelform, in der sich zugleich das Ende eines Platindrahts befindet, im Kohlenfeuer bis zur starken Rothglühhitze geglüht, und die so bereitete noch sehr lockere und poröse Kugel zwei- oder dreimal abwechselnd in eine concentrirte Zuckerlösung getaucht und in der Flamme der Glasbläserlampe ausgeglüht. Sie erlangt dadurch die große Härte und Dichtigkeit, durch welche sich die Kohle der Bunsen'schen Zinkkohlenkette auszeichnet. Sie wird noch warm in das die Schwefelsäure enthaltende Gefäß eingetaucht und durch zwei- oder dreimalige momentane Berührung mit der Säure gesättigt; doch darf sie sich nicht übersättigen, weil sie sonst die Wände des Eudiometers zu sehr beschmutzen würde. Man führt die Kugel darauf unmittelbar unter Quecksilber in das Eudiometer ein und lässt sie für einige Stunden mit dem Gase in Berührung. Die von der mit Schwefelsäure imprägnirten Kohle ausgehende Entwicklung von schwefliger Säure und die Tension der Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure bewirken in der Regel anstatt der Volumverminderung eine Vergrößerung desselben, und man verliert damit das gewöhnliche Kriterium für die Beendigung der Absorption. Wenn übrigens jene Kugel, nachdem sie mehrere Stunden mit dem Gase in Contact gewesen ist, beim Herausnehmen an der Luft noch weiße Dämpfe ausstößt, so darf man versichert seyn, dass alles ölbildende Gas absorbirt ist und mit ihm zugleich die Dämpfe der genannten festen und flüssigen Kohlenwasserstoffe.

Ehe man zur Ablesung des neuen Gasvolumens schreitet, müssen natürlich die hineingebrachte schweflige Säure und die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure entfernt werden. Beide Zwecke erreicht man zu gleicher Zeit durch eine feuchte Braunsteinkugel. Fein gepulverter, mit verdünnter Salpetersäure ausgezogener Braunstein wird mit Wasser zu einem steifen Brei angerührt und mit diesem beide Halbkugeln einer Pistolenkugelform, deren innere Wände mit ein wenig Olivenöl benetzt sind, ausgefüllt. Beim Schließen der Form presst man das Ende eines korkzieherförmig umgebogenen Platindrahtes zwischen die Backen derselben und setzt das Ganze eine Zeit lang einer 100° C. nicht übersteigenden Temperatur aus. Indem ein Theil des Wassers verdunstet, erhält die Braunsteinkugel eine hinlängliche Consistenz, so dass sie nach dem Oeffnen, wobei man freilich sehr vorsichtig zu Werke gehen muss, an dem Drahte festsitzt. (Ihre Festigkeit lässt sich vielleicht durch Zu-

satz einer geringen Menge gebrannten Gypses ohne Nachtheil für ihre Brauchbarkeit erhöhen.) Eine solche Braunsteinkugel, zuvor mit einem Tropfen Wasser befeuchtet und dann behutsam in das Eudiometer eingeführt, absorbirt die schwellige Säure sehr rasch und vollständig, und verwandelt außerdem durch ihren Wassergehalt die zurückgebliebene wasserfreie Schwefelsäure in wasserhaltige, durch welche das nun erst messbare rückständige Gasvolumen zugleich getrocknet wird. Wenn man, wie es hier der Fall war, vor der Absorption des ölbildenden Gases eine Kalikugel in das Eudiometer hat einführen müssen, so kann möglicher Weise die später hinzugebrachte Säure aus den kleinen Antheilen des an den Wänden haften gebliebenen kohlen-sauren Kali's Kohlensäure entwickelt haben. Es ist daher zweckmäfsig, dem Braunstein noch eine Kalikugel folgen zu lassen. Erst jetzt wird das Volumen gemessen und als trocken in Rechnung gebracht.

Unter allen Methoden, den Sauerstoffgehalt eines Gasgemenges zu bestimmen, liefert unstreitig Volta's Verfahren, die Verbrennung mit Wasserstoff, die genauesten Resultate. Sie ist jedoch nur in den Fällen anwendbar, wo neben dem Sauerstoff keine brennbaren Gase, die außerdem bestimmt werden sollen, vorhanden sind. Unter solchen Verhältnissen muss man sich mit einer an einem Platindraht befestigten Phosphorkugel behelfen. Sie wird vor dem Einbringen möglichst stark mit Wasser benetzt und an einem mäfsig warmen Orte so lange mit dem Gase in Berührung gelassen, als noch weisse Nebel von phosphoriger Säure um sie herum sichtbar sind. Bei Gegenwart gewisser Gase, z. B. des ölbildenden Gases, Methyloxyds u. a., welche, wie die ätherischen Oele, die Oxydation des Phosphors bei gewöhnlicher Temperatur verhindern, ist es nöthig, die Absorption durch Erwärmung zu unterstützen. Doch darf die Temperatur nicht bis zum Schmelzpunkt des Phosphors gesteigert werden. Zuletzt werden noch die phosphorigsauren Dämpfe, deren Tension nicht wohl in Rechnung gebracht werden kann, durch eine zuvor befeuchtete Kalikugel absorbirt, und das Gas im trockenen Zustande gemessen.

Die obige Reihenfolge der Absorptionen ist nicht die einzige, welche man wählen muss, im Gegentheile möchte es angemessener seyn, statt der Kohlensäure zuerst das ölbildende Gas, dann jene und zuletzt den Sauerstoff zu bestimmen. In diesem Falle muss aber das anfängliche Gasvolumen durch eine Chlorcalciumkugel erst vollkommen entwässert werden, weil das Absorptionsvermögen der rauchenden Schwefelsäure durch Aufnahme von Wasserdämpfen bedeutend vermindert wird.

Wenn jenes Gasgemenge zugleich Salzsäuregas enthalten hätte, so würde man dies durch eine Kugel von möglichst wasserhaltigem krystallisirten phosphorsauren Natron, welche es rasch und vollständig absorbirt, zuerst bestimmt haben müssen.

Um die bei dem obigen Verfahren nach einander beobachteten Gasvolumina mit einander vergleichbar zu machen, bedarf es einer Reduction derselben auf einen Normaldruck und Normaltemperatur. Es bezeichne V das am Eudiometer abgelesene und dann, mit Berücksichtigung der für den Meniscus anzubringenden Correction, nach der Tabelle berichtigte Gasvolumen, B den gleichzeitig beobachteten Barometerstand, b die dem Luftdruck entgegenwirkende Quecksilbersäule im Eudiometer, deren Höhe durch die Differenz des unteren und oberen Niveau's in Millimetern angegeben wird, t^0 die Temperatur des Gases beim Ablesen, und endlich

V' das auf 0°C . und 1000 Millimeter Druck reducirte Volumen, so erhält man für letzteres nach bekannten Gesetzen den Ausdruck

$$\frac{V \times (B - b)}{1000 \times (1 + 0,003665 t^{\circ})} = V'$$

wenn das Gasvolumen im trockenen Zustande und bei einer 0° übersteigenden Temperatur gemessen ist. Für die Reduction eines unter 0°C . gemessenen Volumens gilt die Formel:

$$\frac{V \times (B - b) \times (1 + 0,003665 t^{\circ})}{1000} = V'$$

Bei der Reduction der mit Wasserdampf gesättigten Volumina hat man für die Tension desselben eine besondere Correction vorzunehmen. Bezeichnet man mit T die in Millimetern ausgedrückte Spannkraft der Wasserdämpfe bei der Temperatur t° , so ist

$$V' = \frac{V \times (B - b - T)}{1000 \times (1 + 0,003665 t^{\circ})}$$

oder

$$V' = \frac{V \times (B - b - T) \times (1 + 0,003665 t^{\circ})}{1000}$$

je nachdem die Messungen bei einer Temperatur über oder unter 0°C . vorgenommen sind.

Mit Hülfe der obigen Gleichungen sind aus den nachstehenden Beobachtungen die in der letzten Rubrik verzeichneten Zahlen berechnet, aus denen die procentische Zusammensetzung des so weit analysirten Gases unmittelbar abgeleitet werden kann.

	Beob. Vol. = V	Temperatur = $t^{\circ}\text{C}$.	Barom. = B	Höhe der Quecksilber- säule über der Wanne = b	Corr. Vol. bei 0°C . und 1000mm Druck = V'
Anfängl. Vo- lun. (feucht).	132,6	16,4	756,3 ^{mm}	71,8 ^{mm}	83,88
Nach Absorpt. d. CO_2 (trock.).	127,7	16,4	756,1	77,2	81,78
Nach Absorpt. v. C_2H_2 (trock.).	121,3	16,3	756,0	83,6	76,97
Nach Absorpt. d. O (trocken).	114,7	16,3	756,0	89,9	74,26

Aus einer Vergleichung der corrigirten Volumina ergibt sich, dass 83,88 Vol. des analysirten Leuchtgases 2,10 Vol. (= 2,50 Proc.) Kohlensäure, 4,81 Vol. (= 5,73 Proc.) ölbildendes Gas, 2,71 Vol. (= 3,23 Proc.) Sauerstoff, und 74,26 Vol. (= 88,54 Proc.) Stickstoff und brennbare Gase enthalten.

Die Zusammensetzung der rückständigen Gase, welche aus Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenoxyd und Grubengas bestehen, wird durch Verbrennung mit Sauerstoff im großen Eudiometer ermittelt. Es kommt hierbei hauptsächlich darauf an, folgende vier Größen zu bestimmen:

1. Den Gehalt jenes Gasgemenges an Stickstoff.
2. Die Summe der brennbaren Gase.
3. Die bei der Verbrennung verschwundene Sauerstoffmenge.
4. Die bei der Verbrennung erzeugte Kohlensäure.

Die mit Hülfe dieser Daten auszuführende Berechnung des Gehalts der brennbaren Gase an Wasserstoff, Kohlenoxyd und Grubengas stützt sich darauf, dass Wasserstoff und Kohlenoxyd die Hälfte ihrer Volumina an Sauerstoff zu ihrer Verbrennung gebrauchen, Grubengas aber das Doppelte seines eigenen Volumens bedarf, und zweitens, dass Grubengas und Kohlenoxyd ein gleiches Volumen Kohlensäure erzeugen. Bezeichnet man die Gesammtmenge der brennbaren Gase mit A , den verzehrten Sauerstoff mit B und die gebildete Kohlensäure mit C , ferner die unbekannte Menge des Wasserstoffs, Kohlenoxyds und Grubengases beziehungsweise mit x , y und z , so erhält man folgende drei Gleichungen:

$$\begin{aligned} x + y + z &= A \\ \frac{1}{2}x + \frac{1}{2}y + 2z &= B \\ y + z &= C \end{aligned}$$

Die hieraus abgeleiteten Werthe für x , y , z sind:

$$\begin{aligned} x &= A - C \\ y &= \frac{2B - A}{3} \\ z &= \frac{C - (2B - A)}{3} \end{aligned}$$

Die Größen A , B und C nebst dem Stickstoffgehalte werden nach folgendem Verfahren bestimmt. In das zuvor befeuchtete große Eudiometer lässt man über Quecksilber so viel von den im kleinen Eudiometer nach den Absorptionen zurückgebliebenen Gasen eintreten, dass sie über der Quecksilbersäule ein Volumen von 120 bis 150 Millimetern Länge einnehmen. Dieses Volumen wird mit Beobachtung aller bereits angedeuteten Vorsichtsmaßregeln genau gemessen und darauf mit etwa zweimal so viel Sauerstoff vermischt. Zur Entwicklung desselben bedient man sich eines kleinen aus einer gewöhnlichen Gasleitungsröhre geblasenen Retörtchens, welches man durch den Hals mit reinem, fein gepulvertem und scharf getrocknetem chloresauren Kali zur Hälfte füllt, worauf das vordere Ende des Halses über der Spirituslampe ein wenig umgebogen wird. Man bringt das Salz über einer kleinen Spirituslampe zum Schmelzen; wenn die freie Gasentwicklung lange genug gedauert hat, so dass man versichert seyn kann, dass die letzten Spuren der atmosphärischen Luft aus dem kleinen Apparate durch den Sauerstoff verdrängt sind, lässt man dies Gas direct aus dem gekrümmten Ende des Retortenhalses unter Quecksilber langsam in das Eudiometer aufsteigen.

Das neue Volumen wird abermals, aber nicht früher, als eine oder anderthalb Stunden nach Zulassung des Sauerstoffs, nebst Barometer- und Thermometerstand bestimmt, und dann die explosive Mischung durch den elektrischen Funken entzündet. Um zu verhindern, dass das Gas im Momente der Explosion aus der Röhre herausgeschleudert wird, presst *Bunsen* das offene Ende des Eudiometers auf eine dicke Caout-

schukplatte. Obgleich die Verbrennungen (namentlich wenn die Mischung sehr reich an Grubengas ist) nicht selten von einer so starken Wärmentwicklung begleitet sind, dass sich im Inneren der Röhre Quecksilber sublimirt und dabei die Wände mit einer schwarzen, undurchsichtigen Metallhaut überzieht, und dass man der vollen Kraft beider Hände bedarf, um das Eudiometer fest genug auf die Caoutschukplatte niederzudrücken, so hält doch jedes gute Eudiometer von den angegebenen Dimensionen trotz der dünnen Glaswand jenen starken Druck ohne zu zerspringen aus, vorausgesetzt, dass die Platindrähte recht innig mit dem Glase zusammengeschmolzen sind. Eben weil letzteres um so schwieriger ist, je dickere Wände eine Glasröhre hat, ist die Gefahr des Zerspringens bei stärkeren Eudiometern viel größer. Wiederholte Versuche haben gezeigt, dass ein gutes Bunsen'sches Eudiometer von den angegebenen Dimensionen die Verpuffung eines Gases erträgt, welches sein $3\frac{1}{2}$ faches Volumen Sauerstoff zur Verbrennung bedarf, selbst als von dem reinen Gase ein Volumen angewandt wurde, welches über der Quecksilbersäule eine Länge von 115 Mm. einnahm.

Der Gebrauch der Caoutschukplatte macht noch eine Vorsichtsmaßregel nöthig, deren Vernachlässigung zu einem nicht unbedeutenden Fehler Veranlassung geben kann. Wenn man nämlich die Platte ohne Weiteres unter Quecksilber bringt, so bleibt sie mit einer dünnen Luftschicht überzogen, welche sich in Folge der starken Erschütterung des Eudiometers im Augenblicke der Explosion, die natürlich auch dem Caoutschuk mitgetheilt wird, ablöst, und dann in Form einer großen Luftblase in dem Eudiometer emporsteigt. Diese Fehlerquelle wird dadurch vollkommen beseitigt, dass man das Caoutschuk zuvor mit einer Sublimatlösung anfeuchtet. Mit diesem Ueberzuge in Quecksilber gebracht, bedeckt es sich in Folge der Reduction des Quecksilberchlorids zu Chlorür mit einer seine Oberfläche benetzenden Schicht von Calomel, unter der sich nicht das kleinste Luftbläschen mehr befindet.

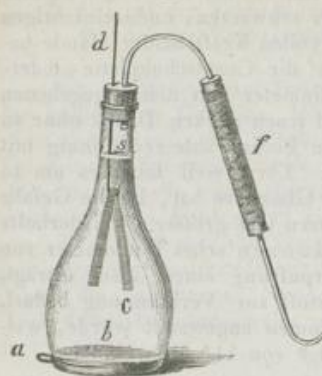
Nach der Verbrennung lässt man durch gelindes Neigen des von dem unterliegenden Caoutschuk noch immer fest verschlossenen Eudiometers das Quecksilber langsam in demselben in die Höhe steigen, entfernt darauf die Unterlage und liest nach Verlauf von wenigstens einer Stunde das neue Volumen wie früher ab.

Die bei der Verbrennung gebildete Kohlensäure wird durch eine angefeuchtete Kalikugel absorbiert, das verminderte Volumen abermals gemessen und zuletzt in dem nun trockenen Gasrückstande, welcher nur noch aus Stickstoff und dem unverbrannten Sauerstoff bestehen kann, letzterer durch Verbrennung mit Wasserstoff bestimmt.

Es ist für diesen Zweck von großer Wichtigkeit, dass das Wasserstoffgas vollkommen rein, namentlich von den riechenden Kohlenwasserstoffen frei sey, welche das aus Zink bereitete Gas immer in geringer Menge begleiten. Die beste und vielleicht einzige Methode, sich dasselbe von absoluter Reinheit zu verschaffen, ist die Wasserzersetzung durch

den galvanischen Strom. Bunsen bedient sich dazu des Fig. 95 abgebildeten kleinen Apparates. Derselbe

Fig. 95.



besteht aus einer gewöhnlichen Digerirflasche, in deren Bauch dicht über dem Boden ein starker Platindraht *a* eingekittet ist. Auf dem Boden, in Contact mit jenem Draht, befindet sich eine Schicht von Zinkamalgam *b* und darüber mit destillirter arsenikfreier Schwefelsäure versetztes ausgekochtes Wasser, welches den übrigen Theil der Flasche bis *s* anfüllt, so dass zwischen dem Kork und der Oberfläche des Wassers nur noch ein höchstens einen Zoll breiter freier Raum liegt. An dem in den Kork luftdicht eingekitteten Platindraht *d* hängt in einiger Entfernung von dem Zinkamalgam ein

Platinstreifen *c*. Verbindet man nun den über den Kork hervorragenden Theil des Drahtes *d* mit dem negativen Pol zweier Elemente der Bunsen'schen Kette, und den unteren, das Zinkamalgam berührenden Draht *a* mit dem positiven Pol, so entwickelt sich an dem Platinstreifen *c* chemisch reiner Wasserstoff, während aller Sauerstoff sich mit dem Zink zu schwefelsaurem Zinkoxyd vereinigt. Das Gasleitungsrohr ist noch durch ein mit geschmolzenem Chlorcalcium gefülltes Röhrchen *f* unterbrochen, um das hindurchstreichende Gas zu trocknen. Ehe man es jedoch in das Eudiometer eintreten lässt, muss es sich wenigstens $\frac{1}{2}$ Stunde lang ununterbrochen frei entwickelt haben, damit man versichert seyn kann, dass auch die letzten Spuren atmosphärischer Luft aus dem Apparate ausgetrieben sind. Das mit überschüssigem Wasserstoff gemischte trockene Volumen wird dann nach vorhergegangener Ablesung mit Beobachtung der angeführten Vorsichtsmaßregeln durch den elektrischen Funken explodirt, und die Volumverminderung nach völligem Erkalten des Apparates durch eine letzte Messung bestimmt.

Als Beispiel für die weitere Berechnung der gewonnenen Resultate möge folgende Analyse dienen:

	Beob. Vol.	Temperatur	Barometer	Höhe der Quecksilbersäule über der Wanne	Corr. Vol. bei 0°C. und 1000 Millim. Druck
Gasvolum. nach dem Ueberfüllen. (feucht).	149,6	16,0	756,1 ^{mm}	423,6 ^{mm}	45,08 (1)
Nach Zulassung v. O. (feucht).	280,1	16,2	756,2	311,7	113,91 (2)
N. d. Verbrennung. (feucht).	205,7	16,1	756,2	367,1	72,94 (3)
Nach Absorpt. d. CO ₂ . (trock.).	163,6	16,1	756,4	409,4	53,61 (4)
Nach Zulassung v. H. (trocken).	328,7	16,0	756,5	242,9	159,48 (5)
N. der Verbrennung. (feucht).	136,3	16,0	756,5	436,7	39,44 (6)

Aller Sauerstoff, welcher in dem nach Absorption der Kohlensäure zurückgebliebenen Volumen (4) enthalten war, hat sich bei der nachherigen Verbrennung mit überschüssigem Wasserstoff vereinigt und macht demnach den dritten Theil des verschwundenen Volumens

aus, nämlich $\frac{159,48 - 39,44}{3} = 40,01$ Vol. Sauerstoff. Der Rest

$53,61 - 40,01 = 13,60$ Vol. muss Stickstoff gewesen seyn. Wenn man diesen Stickstoffgehalt von dem anfänglichen Volumen (1) subtrahirt, so erhält man die Menge der in den obigen Formeln mit *A* bezeichneten brennbaren Gase = 31,48 Vol. Die Quantität des gesammten zum anfängl. Volumen (1) hinzugelassenen Sauerstoffs ergibt sich durch Subtraction des Vol. (1) von Vol. (2). Er beträgt 68,83 Vol. Hiervon der bei der ersten Verpuffung unverbrannt gebliebene Sauerstoff = 40,01 abgezogen, giebt die mit den brennbaren Gasen in Verbindung getretene Sauerstoffmenge *B* = 28,82 Vol. Die gebildete Kohlensäure *C* wird durch die Differenz der Vol. (3) und (4) ausgedrückt ($72,94 - 53,61 = 19,33$ Vol. CO_2).

Es beträgt also die Summe der brennbaren Gase (*A*) 31,48
der damit verbrannte Sauerstoff (*B*) 28,82
die gebildete Kohlensäure (*C*) 19,33

Hieraus berechnet sich nach den oben gegeben drei Formeln

$$x = A - C$$

$$y = \frac{2B - A}{3}$$

$$z = C - \frac{(2B - A)}{3}$$

worin *x*, *y*, *z* die unbekanntes Volumina Wasserstoff, Grubengas und Kohlenoxyd bedeuten,

$$x = 31,48 - 19,33 = 12,15$$

$$y = \frac{2 \times 28,82 - 31,48}{3} = 8,72$$

$$z = 19,33 - \frac{(2 \times 28,82 - 31,48)}{3} = 10,61$$

aufserdem beträgt der Stickstoffgehalt = 13,60

Zusammen 45,08.

Berechnet man hiernach, wie viel Stickstoff, Wasserstoff, Grubengas und Kohlenoxyd die 88,54 Volumprocente enthalten, welche in dem ersten Eudiometer unabsorbirt zurückblieben, so erhält man für das analysirte Leuchtgas folgende procentische Zusammensetzung:

Kohlensäure . . .	2,50
Oelbildendes Gas . . .	5,73
Sauerstoff	3,23
Stickstoff	26,71
Wasserstoff	23,86
Grubengas	17,13
Kohlenoxyd	20,84

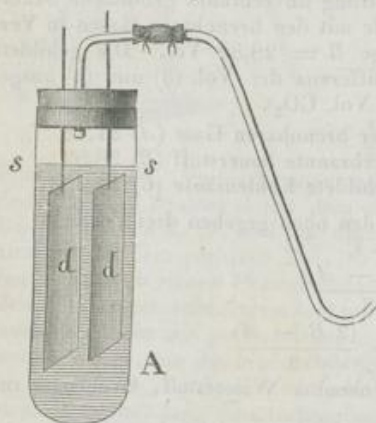
100,00.

Es versteht sich von selbst, dass das obige Verfahren, die Zusammensetzung brennbarer Gasgemenge zu bestimmen, sich nicht bloß

auf solche Mischungen beschränkt, welche die eben genannten Gase enthalten; durch Anwendung derselben Methode lassen sich ebenso wohl Gasgemenge anderer Natur analysiren, wobei man nur andere Formeln der Berechnung zum Grunde legen muss. Man vergleiche hierüber Poggend. Annalen, XLVI., S. 622.

Wenn, wie es mitunter vorkommt, der Stickstoffgehalt eines Gasgemenges den der brennbaren Gase so sehr überwiegt, dass der elektrische Funke dieselben nicht mehr entzündet, so ist man gezwungen, aufser dem zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoff eine gewisse Menge Knallgas hinzuzulassen. Zur Darstellung desselben kann der in Fig. 96. abgebildete kleine Apparat dienen. Die Röhre *A* ist eine gewöhnliche Probirröhre von et-

Fig. 96.



was starkem Glase, welche bis zu *ss* mit ausgekochtem destillirten, durch ein paar Tropfen Schwefelsäure angesäuertem Wasser gefüllt wird. Das offene Ende der Röhre ist durch einen mit einem Gasleitungsrohr versehenen Kork verschlossen, durch welchen aufserdem zwei Platindrähte hindurchgehen, an deren unteren Enden zwei zu Elektroden dienende, einander gegenüberstehende, Platinplatten befestigt sind. Wenn man die über den Kork hervorragenden Enden der Drähte mit den Polen einer galvanischen Säule von zwei Bunsen'schen Ele-

menten in leitende Verbindung setzt, und das sich zuerst entwickelnde Gas eine Viertelstunde lang frei austreten lässt, so hat man nachher chemisch reines Knallgas, dessen Anwendung vor einer künstlichen Mischung Sauerstoff und Wasserstoff den Vortheil gewährt, dass keine weitere Messung seines Volumens erforderlich ist.

Nicht selten tritt der entgegengesetzte Fall ein, dass nämlich ein zu verbrennendes Gasgemenge sehr reich an brennbaren Gasen ist und nur wenige Procente Stickstoff enthält. Unter diesen Umständen wird bei der Verpuffung aufser Kohlensäure und Wasser auch noch Salpetersäure durch Oxydation des Stickstoffs erzeugt, und zwar, wie es scheint, um so mehr, je weiter die Verbrennungstemperatur eine gewisse Grenze überschreitet. Jener Fehlerquelle, die nämlich darin besteht, dass die Menge des consumirten Sauerstoffs zu groß gefunden wird, kann durch Verdünnung der explosiven Mischung mit einem gemessenen Volumen atmosphärischer Luft vorgebeugt werden, deren bekannter Sauerstoffgehalt alsdann dem zuvor hinzugefügten reinen Sauerstoff hinzuaddirt werden muss. Der Zweck dieser Beimischung ist die Erniedrigung der Verbrennungstemperatur bis zu dem Punkte, wo der Stickstoff keine Verwandtschaft zum Sauerstoff mehr besitzt. Vergl. Liebig's Annalen der Chemie, LIX, S. 200.

Insofern man unter Eudiometrie im engeren Sinne das Verfahren versteht, den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu ermitteln, sollen hier noch diejenigen Methoden beschrieben werden, welche in neuerer Zeit von verschiedenen Experimentatoren angewandt sind, um die seit Gay-Lussac's und Humboldt's Versuchen für erwiesen gehaltene Thatsache zu constatiren, dass die atmosphärische Luft Sauerstoff und Stickstoff überall und stets in einem constanten Verhältnisse enthält.

Unter diesen verdienen besonders drei nach verschiedenen Methoden ausgeführte Versuchsreihen, nämlich die von Brunner, Dumas und Boussingault, und Bunsen angeführt zu werden. Wenn man erwägt, dass die Zahlen, welche Gay-Lussac und Humboldt mit Hülfe des damals noch unvollkommenen Wasserstoff-Eudiometers erhielten, um 0,3 differirten (siehe Band I. Seite 561, und Gilbert's Annalen, XX., S. 38), so kann es nicht befremden, dass man später nach anderen Methoden suchte, von denen man eine grössere Genauigkeit erwarten zu dürfen glaubte. Sowohl Brunner, als auch Dumas und Boussingault haben beide den früher eingeschlagenen Weg verlassen und anstatt die Gasvolumina zu messen, sich der Waage bedient. Ihre Methoden unterscheiden sich noch dadurch von allen anderen, dass sie mit einem weit grösseren Luftvolumen experimentirt haben, als die Anwendung des Eudiometers gestattet.

Brunner's¹⁾ Verfahren stützt sich auf die Absorptionsfähigkeit des verbrennenden Phosphors. Er bedient sich einer etwa 1 Fuß langen Röhre *ab*, Fig. 97, in deren weiterem, etwa $4\frac{1}{2}$ Linien im Durch-

Fig. 97.

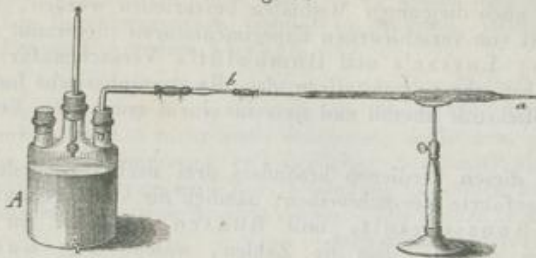


messer haltendem Theile *cd* sich vorn bei *ce* ein Grm. trockener Phosphor und dicht dahinter eine geringe Menge trockenen Asbests sich befindet; der übrige Theil der Röhre ist mit trockener Baumwolle gefüllt.

Während man die Stelle, wo der Phosphor liegt, gelinde erwärmt, werden durch einen mit dem Ende bei *b* verbundenen Aspirator (s. I. S. 526) etwa 100 CC. Luft durch die Röhre gesogen und letztere alsdann an beiden Enden zugeschmolzen und gewogen. Jene Operation hat den doppelten Zweck, den Apparat mit Stickstoff anzufüllen und die Baumwolle mit phosphoriger Säure zu bekleiden, welche, wenn später kleine Antheile Sauerstoff den Phosphor unabsorbirt vorbeigehen sollten, diese von der über eine große Fläche ausgebreiteten pyrophorischen phosphorigen Säure noch zurückgehalten werden. Unmittelbar vor dem Versuche werden die beiden Spitzen der Glasröhre *ab* abgebrochen (sie sind für die spätere Wägung sorgfältig aufzubewahren)

¹⁾ Pogg. Ann. d. Phys., XXXI, S. 1.

und das Ende bei *b* mit dem Aspirator, Fig. 98, durch eine Caoutschuk-
Fig. 98.



röhre verbunden. Die Flasche *A* ist mit Olivenöl gefüllt und außerdem mit einem in ihren Hals luftdicht einmündenden Thermometer versehen. Nachdem man den Phosphor gelinde erwärmt hat, lässt man das Oel durch den geöffneten Hahn in ein graduirtes Gefäß langsam ausfließen. Damit die nachströmende Luft trocken in den Apparat gelangt, wird die Röhre bei *a* noch mit einem kleinen Chlorcalciumrohr verbunden. Die Quantität Oel, welche Brunner bei seinen Versuchen ausfließen ließ, betrug gegen 500 CC. Dem gemessenen Volumen desselben entspricht eine gleiche Quantität trockenen Stickgases von der durch das Thermometer angezeigten Temperatur. Sobald der Hahn des Aspirators geschlossen ist, wird die Röhre *ab* an beiden Enden abermals zugeschmolzen und darauf nebst den sorgfältig aufbewahrten Enden gewogen. Die Gewichtszunahme giebt die Sauerstoffmenge an, welche mit dem gemessenen Stickgase die atmosphärische Luft zusammensetzte. Wenn man das Volumen des Stickstoffs von dem gleichzeitig beobachteten Thermometer- und Barometerstande auf 0°C. und 760^{mm} Druck reducirt, und die erhaltene Zahl mit dem specifischen Gewichte des Stickstoffs (in Bezug auf Wasser) multiplicirt, so erhält man das Gewicht dieses Gases in Grammen ausgedrückt.

Obschon sich jene Methode sehr durch ihre Einfachheit empfiehlt, und Brunner's Resultate im Mittel sehr nahe mit den von Dumas und Boussingault erhaltenen Zahlen übereinstimmen, so differiren doch die einzelnen Versuche unter sich um mehr als 0,2 Proc. (Vergl. Pogg. Ann. XXXI. S. 15), eine zu bedeutende Größe, um aus ihnen auf die constante Zusammensetzung der Luft einen Schluss machen zu dürfen.

Dumas und Boussingault ¹⁾ bestimmen beide Gase durch Wägung. Zur Absorption des ersteren dient ein mit reducirtem Kupfer gefülltes Röhrchen, welches nach vorhergegangener Wägung mit einem luftleer gemachten Ballon verbunden und dann selbst evacuirt wird. Sobald es bis zum schwachen Glühen erhitzt ist, lässt man durch vorsichtiges Öffnen der Hähne den leeren Ballon Luft einsaugen. Indem diese über das glühende Kupfer streicht, giebt sie ihren Sauerstoff vollständig an dasselbe ab, und der Ballon füllt sich mit reinem Stickstoff. Um die in das Röhrchen eintretende Luft zu entwässern und von Kohlensäure zu

¹⁾ Pogg. Ann. d. Phys. LIII, S. 39, Pharmaceut. Centralblatt, 1842, S. 437. Compt. rend. T. XII. p. 1005.

befreien, ist das hintere Ende mit Kalihydrat und Schwefelsäure enthaltenden Röhren verbunden.

Nach dem Erkalten des Apparates wird das Röhrechen und der Ballon jedes für sich gewogen. Die Gewichtszunahme des ersteren giebt den verzehrten Sauerstoff, die Differenz zwischen den Gewichten des mit Stickstoff gefüllten und des evacuirten Ballons den entsprechenden Stickstoffgehalt der Luft. Es versteht sich von selbst, dass man bei beiden Wägungen des Ballons den Thermometer- und Barometerstand genau zu bestimmen und darnach die nöthigen Correctionen vorzunehmen hat.

Die Versuche, welche mit jenem Apparate von Dumas und Boussingault über die Constitution der Atmosphäre angestellt sind, zeichnen sich durch eine große Uebereinstimmung aus (die für den Sauerstoffgehalt gefundenen Zahlen differiren nicht ganz um $\frac{1}{10}$ Proc.) und diese Methode würde daher kaum etwas zu wünschen übrig lassen, wenn sie weniger complicirt und leichter ausführbar wäre.

Von um so größerer Wichtigkeit ist daher Bunsen's Verfahren, welches in der kürzesten Zeit und mit einem sehr einfachen Apparat eine Genauigkeit gewährt, die bis jetzt kaum von einer anderen quantitativen Bestimmung erreicht ist, und wodurch sie auch die eben erwähnten Versuche von Dumas und Boussingault übertrifft.

Bunsen bedient sich des Wasserstoffeudiometers mit Beobachtung aller im Obigen angegebenen Vorsichtsmaßregeln, nur hat das für diese Zwecke bestimmte Instrument größere Dimensionen, als das S. 1053 beschriebene Eudiometer. Es besteht aus einer 1 Meter langen Glasröhre von 25^{mm} innerem Durchmesser, oben mit eingeschmolzenen Platindrähten und der Länge nach mit einer genauen Millimeterscala versehen, deren Werth in Bezug auf die Capacität der Röhre durch eine exacte Calibrirung ermittelt ist. Da das Quecksilber sich darin höchstens nur bis 760^{mm} über dem Niveau der Wanne erheben kann, so braucht man das Rohr auch nur von diesem Punkte bis abwärts zum offenen Ende desselben einzutheilen.

Die zu analysirende Luft wird in einer gewöhnlichen Medicinflasche gesammelt, in die man zur Absorption der Kohlensäure ein Stückchen Kalihydrat gebracht hat, und deren Hals vor der Glasbläserlampe ein wenig ausgezogen ist, so dass er an dieser Stelle leicht mit dem Löthrohr zugeschmolzen werden kann, aber doch weit genug bleibt, um einer feinen Glasröhre den Durchgang zu gestatten. Nachdem man durch ein solches langes feines Röhrechen, welches bis auf den Boden der Flasche geführt ist, die Luft lange genug eingesogen oder mit einem Blasebalge eingeblasen hat, um sie ganz mit der umgebenden Luft zu füllen, wird der Hals zugeschmolzen, und erst unmittelbar vor der Entleerung der Flasche in das Eudiometer unter Quecksilber wieder geöffnet. Von den bei den Ablesungen, der Entwicklung von Wasserstoffgas und der Verpuffung zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln ist bereits S. 1058, 1066 u. 1068 die Rede gewesen.

Welchen Grad der Genauigkeit jene Methode gewährt, beweisen die nachstehenden Zahlenresultate, welche Bunsen bei der Analyse von 10 an verschiedenen Tagen aufgefangenen Luftproben erhalten hat.

Procentgehalt der Luft an Sauerstoff:

I. Analyse.		II. Analyse.
20,973 ⁶ / ₁₀₀ Sauerstoff		20,958 ⁹ / ₁₀₀ Sauerstoff
Januar 9.	20,928	20,901
18.	20,923	20,927
20.	20,921	20,943
24.	20,927	20,934
26.	20,928	20,911
28.	20,889	20,892
30.	20,840	20,871
Februar 1.	20,925	20,940
3.	20,937	20,952
5.		

Man sieht, dass die einzelnen, von derselben Luft angestellten, Analysen höchstens um $\frac{3}{100}$ Proc. differiren, und es ist einleuchtend, dass, wenn eine Methode geeignet ist, um die noch immer streitige Frage über die constante Zusammensetzung der Luft zur Entscheidung zu bringen, die endliche Lösung derselben am ehesten von der letzteren Methode erwartet werden darf. Uebrigens vergleiche man den Art. Atmosphäre, im Supplementhefte.

H. K.

Eugenin (Nelkencamphor), von Bonastre entdeckt.

Formel: $C_{20}H_{24}O_4$ oder $C_{24}H_{30}O_5$.

Zusammensetzung (Dumas):

	Berechnet.	Gefunden.
20 At. Kohlenstoff . . .	1538,0	73,55
24 „ Wasserstoff . . .	149,7	7,21
4 „ Sauerstoff	400,0	19,24
	2087,7	100,00
		100,00
24 At. Kohlenstoff . . .	1833,6	72,75
30 „ Wasserstoff . . .	187,2	7,42
5 „ Sauerstoff	500,0	19,83
	2520,8	100,00
		100,00

Das Eugenin setzt sich aus dem Nelkenwasser in Form gelblicher perlmutterglänzender Blättchen ab, welche einen schwachen Geruch nach Nelkenöl besitzen, geschmacklos sind und sich in Alkohol und Aether in allen Verhältnissen lösen. Salpetersäure färbt es blutroth.

Nach der Analyse von Dumas ist seine Zusammensetzung identisch mit der der wasserfreien Nelkensäure.

H. K.

Eukairit. Ein Mineral, dem nach Berzelius' Analyse die Formel $Cu_2Se + AgSe$ zukommt. Es hat undeutliche krystallinische Structur, muschligen Bruch und ist meist mit erdigen Theilen gemengt, weshalb sein spec. Gewicht nicht ermittelt werden konnte. Farbe; bleigrau. Glänzend. — Findet sich, zugleich mit Selenkupfer (s. d.) und gediegen Kupfer in einem talkigen serpentinarartigen Gesteine, mit Kalkspath verwachsen, in einer verlassenen Kupfergrube (Skrikerum) in Smaland, Schweden.

Th. S.

Euklas, ein dem Beryll nahe verwandtes Mineral, nach Berzelius' Analyse bestehend aus 43,22 Kieselerde, 30,56 Thonerde, 21,78 Beryllerde, 2,22 Eisenoxyd, 0,70 Zinnoxid, welche Zusammen-

setzung der Formel $2(3\text{BeO} \cdot \text{SiO}_3) + 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3$ entspricht, wenn man bei dieser Berechnung das von v. Awdewjew gefundene Atomgewicht der Beryllerde = 158,084 zu Grunde legt, und annimmt, dass die Beryllerde zu den 1- und 1-atomigen Basen gehöre. Die Krystallform des Euklases ist monoklinometrisch (2- und 1-axig). Er findet sich nur krystallisirt. Härte: zwischen Quarz und Topas. Sehr spröde und leicht zersprengbar. Stark glasglänzend. Durchsichtig bis halbdurchsichtig. Farbe: licht grünlich und bläulich. — Der Euklas findet sich mit Topas in Chloritschiefer eingewachsen bei Villa ricca in Brasilien. — Sehr wahrscheinlich ist der Euklas unter ganz ähnlichen Umständen gebildet worden wie der Beryll, nur mit dem Unterschiede, dass mehr Kieselerde als bei der Bildung des letzteren vorhanden war. Es wird dies besonders einleuchtend, wenn man die Formel für den Euklas so schreibt: $3\text{BeO} \cdot \text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{2}\text{SiO}_3$, und sie dann mit der Formel für den Beryll vergleicht, welche $3\text{BeO} \cdot \text{SiO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_3$ ist. Wäre also zur Sättigung der Thonerde des Euklases 6 mal so viel Kieselerde vorhanden gewesen, als wirklich vorhanden war, so müsste, anstatt Euklas, Beryll entstanden seyn.

Th. S.

Eupatorin, von Righini in *Eupatorium cannabinum* aufgefundene noch zweifelhafte Base. Sie soll erhalten werden, wenn man letzteres mit schwefelsäurehaltigem Wasser extrahirt, die Lösung mit Kalkhydrat fällt und den Niederschlag der Luft aussetzt, bis der Kalk kohlen-sauer geworden ist. Durch mehrtägige Behandlung desselben mit Alkohol bei 40° bis 50° wird daraus das Eupatorin aufgelöst und bleibt nach Verdunstung des Alkohols als weißes Pulver von bitterem und zugleich stechendem Geschmack zurück. Es ist in Wasser unlöslich, in wasserfreiem Alkohol und Aether löslich, und bildet mit Schwefelsäure ein in seideglänzenden Nadeln krystallisirendes Salz ¹⁾.

H. K.

Euphorbiasäure. Bestandtheil der *Euphorbia Cyparissias*, entdeckt von Riegel. Zu ihrer Darstellung wird die von der Wurzel befreite blühende Pflanze mit Zusatz von etwas verdünnter Essigsäure zerstoßen, der Saft ausgepresst, durch Erhitzen und Filtriren von Chlorophyll befreit, und dann mit Ammoniak vermischt, so lange dadurch noch ein Niederschlag entsteht. Die von letzterem abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Verdampfen concentrirt, dann, während sie noch warm ist, mit etwas Salpetersäure und mit salpetersaurem Bleioxyd vermischt. Aus der Flüssigkeit scheidet sich hierauf beim Erkalten eine krystallinische Masse aus, die euphorbiasaures Bleioxyd ist. Man reinigt sie durch Waschen mit kaltem Wasser, löst sie dann in kochendem Wasser auf, und zersetzt das Bleisalz durch Schwefelwasserstoff. Das gebildete Schwefelblei wird mit der Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, dann letztere heiß filtrirt, mit thierischer Kohle behandelt, und der langsamen Verdampfung überlassen, wobei die Säure in weißen, nadelförmigen Krystallen anschießt. Sie ist geruchlos, reagirt und schmeckt sauer, ist leicht löslich in Wasser, schwerer in Alkohol. Mit Kali bildet sie ein leicht lösliches, etwas zerfließliches Salz, welches in weißen Tafeln krystallisirt. Das Natron- und Ammoniaksalz sind ebenfalls leicht löslich und krystallisirbar. Die wässrige Auflösung der Säure giebt mit neutralem und basischem essigsauren

¹⁾ Magaz. f. Pharm. Bd. XXV, S. 98.

Bleioxyd, mit Barytwasser, salpetersaurem Silberoxyd, Quecksilberoxyd- und Oxydalsalzen weisse Niederschläge. Ihre Zusammensetzung ist nicht bekannt, und es ist noch zu ermitteln, ob sie nicht mit einer anderen bekannten Säure identisch ist.

Nach den Versuchen von Riegel ist in dem Saft der *Euphorbia Cyparissias* ausserdem vielleicht eine organische Base enthalten ¹⁾. Schn.

Euphorbin, Euphorbin, s. den folgenden Artikel.

Euphorbium, Gummi oder Resina Euphorbii.

Der freiwillig ausgelassene und an den Pflanzen ausgetrocknete Milchsaft verschiedener Arten von *Euphorbia*, die in Arabien und dem Inneren von Afrika einheimisch sind. Es wird als Arzneimittel gebraucht, und kommt in unregelmässigen, nussgrossen, bestäubten Stücken von schmutzig gelber oder bräunlicher, innen oft weisser Farbe vor, die meistens mit vielen fremdartigen Theilen untermischt, und oft mit Löchern versehen sind, die von den Dornen der Pflanzen, an denen es eintrocknete, herrühren. Es ist geruchlos, entwickelt aber in der Wärme, während es schmilzt, einen angenehmen Geruch. Sein Geschmack ist äusserst scharf und brennend. Es ist leicht zerreiblich und sein Staub erregt heftiges Niesen und Entzündung des Gesichts. Es enthält nach:

	Brandes:	Braconnot:	Laudet:	Mühlmann:	Pelletier:
Harz	43,77	37,0	64,0	54,0	60,8
Cerin	13,70	} 19,0	—	14,0	14,4
Myricin	1,23				
Caoutschuk	4,84	—	—	3,2	—
Gummi	—	—	23,3	—	—
Pflanzenschleim	—	—	—	—	2,0
Aepfelsaures Kali	4,90	2,0	—	2,0	1,8
„ Kalk	18,82	20,5	—	19,6	12,2
Schwefelsaures Kali	0,45	—	—	—	—
„ Kalk	0,10	—	—	—	—
Phosphorsaur. Kalk	0,15	—	—	—	—
Fremde Theile	5,60	13,5	9,3	6,0	—
Wasser	5,40	5,0	—	—	8,0

Pelletier fand ausserdem auch eine geringe Menge ätherisches Oel. Es ist wahrscheinlich, dass das Euphorbium kein Gummi enthält und dass Laudet die äpfelsauren Salze dafür hielt, da die anderen Chemiker kein Gummi fanden.

Das Harz des Euphorbiums bildet eine braune amorphe Masse von süßlichem Geruch. Es ist giftig und zieht auf der Haut Blasen, besteht übrigens aus wenigstens drei verschiedenen Harzen.

Wird seine Auflösung in Alkohol mit einer weingeistigen Auflösung von essigsäurem Bleioxyd versetzt, so schlägt sich das Alphaharz in Verbindung mit Bleioxyd nieder; das Betaharz bleibt aufgelöst und kann durch Wasser in Verbindung mit Bleioxyd gefällt werden. Das Alphaharz, zu erhalten durch Zersetzen seiner Bleiverbindung mit Schwefelwasserstoff und Ausziehen mit Alkohol, ist dunkelbraun, leicht auflöslich in Alkohol und Kalilauge, wenig in Aether. Es schmeckt bitter und scharf, und verursacht ein äusserst heftiges Brennen im Schlunde.

¹⁾ Jahrb. f. prakt. Chem. Bd. VI. S. 165.

Das Betaharz (auch Euphorbin genannt) erhält man, indem man seine Bleiverbindung wieder in Alkohol auflöst, und das Bleioxyd mit Schwefelsäure ausfällt, worauf es aus der filtrirten Flüssigkeit durch Wasser ausgeschieden werden kann. Es bleibt beim Verdunsten seiner weingeistigen Lösung als glänzender, spröder, farbloser, in dickeren Lagen gelbrother Firniss zurück. Es schmeckt bitter, etwas scharf. Alkohol löst es leicht, Aether schwierig auf. In Kalilauge ist es löslich, aber das Resinat wird durch einen Ueberschuss von Kali ausgeschieden. Concentrirte Salzsäure löst es in der Wärme ziemlich leicht auf, auch in verdünnten Säuren ist es etwas löslich. (Buchner und Herberger).

Das Gammaharz des Euphorbiums erhält man nach H. Rose, indem man den in Wasser unlöslichen Theil desselben zuerst mit kaltem Alkohol behandelt, und dann mit siedendem Alkohol auszieht. Aus letzterem scheidet es sich beim Erkalten und freiwilligen Verdunsten in fast weissen, häutigen, nicht krystallinischen Massen ab. Es ist etwas schwer löslich in Alkohol; die Lösung schmeckt sehr unbedeutend scharf und röthet nicht Lackmus. Es geht keine Verbindungen mit Basen ein. Bei der Analyse dieses Harzes erhielt Rose Zahlen, die mit der Formel $C_{40}H_{66}O_3$ nahezu übereinstimmen, wonach es dieselbe Zusammensetzung hätte, wie Betulin. Indessen fand er die Zusammensetzung des von verschiedenen Bereitungen herrührenden Harzes nicht immer gleich, indem mehrere Analysen ihm den Kohlenstoffgehalt um $1\frac{1}{2}$ bis 2 Proc. niedriger gaben, als er nach obiger Formel seyn müsste. Dieses scheint daher zu rühren, dass dieses Harz leicht in eine andere leichter lösliche Modification mit geringerem Kohlenstoffgehalt übergeht. Wenn man nämlich seine Alkohollösung längere Zeit kocht, so scheidet es sich nicht mehr beim Erkalten aus; und diese Lösung giebt, wenn man sie nach dem Kochen verdunstet, eine terpenthinähnliche Masse, die nach längerer Zeit zum Theil fest und opalartig wird, und die ebenfalls einen geringeren Kohlenstoffgehalt besitzt¹⁾.

Schn.

Euphotid ist der Name einer dem Gabbro (s. d.) verwandten Felsart, welche aus einem Gemenge von Saussurit (s. d.) und Smaragdit (s. d.) besteht, und zu den massiven, granitartigen Gesteinen gehört, die von der vulcanischen Schule als eruptive angesehen werden. Man hat den Euphotid bisher im Bacher-Gebirge in Steyermark, an den Ufern des Genfer-See's, am Fusse des Mont Rosa, auf Corsica, zu Easton in Pennsylvanien und an noch einigen anderen Orten gefunden.

Th. S.

Eupion, von Reichenbach entdeckt. Formel: C_5H_{12} .

Zusammensetzung (Hess):

	Berechnet.		Gefunden.
5 At. Kohlenstoff . . .	382,0	83,62	83,57
12 „ Wasserstoff . . .	74,9	16,38	16,41
	456,9	100,00	99,98

Es wird aus dem Theer von der trockenen Destillation organischer Substanzen, am leichtesten und reinsten aus den Destillationsproducten des Rüböls erhalten; ist nach Hess ursprünglich kein Bestandtheil der Brandöle, sondern wird erst durch Einwirkung der Schwefelsäure auf

¹⁾ Vergl. Rose in Pogg. Ann. Bd. XXXIII. und LIII.

dieselben erzeugt. Rüböl wird bei starkem Feuer aus einer eisernen Retorte destillirt und das zu Anfang und zu Ende übergehende Destillat entfernt. Die übrigen flüchtigen Producte, durch wiederholte Destillation gereinigt, gaben ein dünnflüssiges Oel, welches ohne Anwendung von Reagentien nur mit einem specifischen Gewicht von $\approx 0,77$ erhalten werden kann. Durch Destillation dieses Oels mit concentrirter Schwefelsäure und abwechselnder Behandlung mit Kalilauge und salpetersäurehaltiger Schwefelsäure verwandelt es sich in ein Liquidum, welches auf's Neue rectificirt, bei 47° siedet und bei 20° ein specifisches Gewicht $\approx 0,655$ besitzt. Das so gereinigte Eupion übertrifft durch seine Leichtflüssigkeit alle anderen Flüssigkeiten. Es hat einen angenehmen Blumengeruch, ist geschmacklos, verursacht auf der Zunge ein Kältegefühl.

Es fühlt sich weder fettig, noch rauh an, ist ein Nichtleiter der Elektrizität, neutral, in Wasser unlöslich, aber mit wasserfreiem Alkohol in allen Verhältnissen mischbar, wenig auflöslich in Alkohol von $0,82$ spec. Gewicht. Ebenso lässt es sich mit den Aetherarten und einem großen Theile der fetten und flüchtigen Oele vermischen. Sein Ausdehnungsvermögen durch die Wärme ist größer als das irgend eines andern bekannten Körpers. Sein Volumen soll sich für jeden Temperaturgrad um $1\frac{1}{3}$ Procent vergrößern. Das Eupion erleidet weder durch längeres Aufbewahren, noch im Lichte eine Veränderung; ebenso wenig wird es von concentrirter Schwefelsäure und den Alkalien angegriffen. Chlor, Brom und Jod verbinden sich damit, ohne es zu zersetzen.

Aus anderen Brandölen hat Reichenbach ein Eupion mit 169° Siedepunkt und einem spec. Gewichte $\approx 0,74$ erhalten, welches mit jenem gleiche Zusammensetzung besitzt.

H. K.

Euxanthinsäure (Purresäure Stenhouse, Porrisäure Berzelius). Eigenthümliche organische Säure, welche, mit Talkerde verbunden, das sogenannte Purree (s. d.) bildet. Gleichzeitig von Erdmann und Stenhouse entdeckt. Formel der freien sowie der an Bleioxyd gebundenen Säure: $C_{40}H_{32}O_{21}$.

Um die Säure zu gewinnen, wird das Purree zuerst mit Wasser ausgezogen, welches daraus eine braune lösliche Substanz entfernt, der Rückstand durch Sieden mit verdünnter Salzsäure zersetzt, und die sich abscheidende Säure nach dem Auswaschen mit kaltem Wasser aus Alkohol umkrystallisirt. Zur vollkommenen Reinigung wird die Säure zuletzt durch Behandlung mit überschüssigem kohlen-sauren Ammoniak in Ammoniak-salz umgewandelt, und letzteres, da es in einer Auflösung von kohlen-saurem Ammoniak unlöslich ist, so lange damit gewaschen, bis die Flüssigkeit ungefärbt abläuft. Die siedende Lösung des gereinigten Ammoniak-salzes wird mit Salzsäure versetzt, wodurch die Säure in seidenglänzenden blass strohgelben Nadeln erhalten wird, die man allenfalls nochmals mit Alkohol umkrystallisirt.

Die Euxanthinsäure ist in kaltem Wasser sehr wenig, etwas mehr in siedendem löslich. Siedender Alkohol löst die Säure sehr reichlich, kalter nur wenig auf. In Aether ist sie ebenfalls löslich. Bei vorsichtigem Erhitzen zersetzt sie sich und bildet Euxanthon (s. d.). Stärker erhitzt verbrennt sie leicht mit heller Flamme und Zurücklassung von Kohle. Die Salze der Euxanthinsäure mit den Alkalien sind löslich in Wasser, und von gelber Farbe. In concentrirten Lösungen der kohlen-sauren Salze ihrer Basen sind sie fast vollkommen unlöslich, daher man sie leicht durch

Auflösen der Säure in concentrirten Lösungen von kohlen saurem Kali oder Ammoniak in der Wärme und Abkühlung der Flüssigkeit krystallisirt erhält. Das Ammoniak Salz $C_{40}H_{32}O_{21} + N_2H_8O + H_2O$ krystallisirt in flachen gelblichen Nadeln, die in Alkohol wenig, in Wasser reichlich löslich sind. Das Kalisalz wird durch Auflösen der Säure in einer warmen Lösung von doppelt-kohlen saurem Kali, und nachheriges Erkalten in hellgelben Krystallschuppen erhalten, die man mit kohlen saurem Ammoniak abwäscht, um das anhängende kohlen saure Kali zu entfernen. Seine Formel ist: $C_{40}H_{32}O_{21} + KO + H_2O$. Die Salze der Euxanthinsäure mit den Erden und Metalloxyden sind zum großen Theile unlöslich oder schwerlöslich in Wasser.

Euxanthinsäure Talkerde. Das euxanthinsäure Ammoniak giebt mit den neutralen löslichen Talkerdesalzen keinen Niederschlag. Mischt man aber eine Lösung von Chlormagnesium mit so viel Salmiak, dass sie durch Ammoniak nicht mehr gefällt wird, setzt diese zu euxanthinsäurem Ammoniak, und fügt noch etwas Ammoniak hinzu, so erhält man einen gelben amorphen Niederschlag, der in siedendem Wasser löslich ist, dieser verwandelt sich in kurzer Zeit in eine orangefarbene Gallerte, bis abermals eine Veränderung eintritt, indem die Gallerte verschwindet und in ein glänzend gelbes krystallinisches Pulver sich verwandelt. Bisweilen fallen die Krystalle größer aus, und dann erscheinen in der Gallerte Kugeln, aus nadelförmigen Krystallen zusammengesetzt. Die krystallinisch gewordene Verbindung ist in Wasser nicht mehr löslich. Die Zusammensetzung dieses basischen Niederschlages ist $C_{40}H_{32}O_{21} + 2Mg$. Es ist der wesentliche Bestandtheil des *Jaune indien*, dessen Talkerdegehalt jedoch wechselnd und in der Regel viel größer ist, als der des reinen Salzes. In einer Probe wurden 46 Proc. Talkerde gefunden, während die obige Formel nicht ganz 9 Proc. fordert. Die Farbe des rein basischen Salzes ist viel prächtiger gelb, als die des feinsten *Jaune indien*. Baryt und Kalk bilden mit der Euxanthinsäure gelbe gelatinöse Niederschläge, die sich in vielem Wasser lösen. Bleisalze, Quecksilberchlorid, Zinksalze, Silbersalze geben mit dem euxanthinsäurem Ammoniak hellgelbe Niederschläge. Das Kupfersalz ist gelb, in einer Lösung von schwefelsäurem Kupferoxyd unlöslich, in Wasser aber löslich.

Durch Einwirkung von Chlor, Brom und Salpetersäure auf Euxanthinsäure entstehen folgende, von Erdmann entdeckte Verbindungen:

Chloreuxanthinsäure bildet sich durch Einwirkung von Chlor auf die im Wasser suspendirte Euxanthinsäure, wobei 4 At. Wasserstoff durch Chlor ersetzt werden. Formel: $C_{40}H_{28}Cl_4O_{21}$. Die Säure ist in Wasser unlöslich, in Alkohol schwer löslich, reichlicher in siedendem Alkohol, woraus sie beim Erkalten in glänzenden goldgelben Schuppen krystallisirt.

Ihre Salze mit den Erden und Metalloxyden bilden gelbe Gallerten, mit den Alkalien giebt sie lösliche Salze, die aber beim Zusammenbringen mit überschüssigen kohlen sauren Alkalien gallertartig sich ausscheiden. In dieser Gallerte erscheinen nach einiger Zeit einzelne mikroskopische Krystalle, und einige Salze, wie z. B. das Ammoniak Salz, werden nach einigen Tagen durchaus krystallinisch. Die Niederschläge mit den Metalloxyden und Erden bleiben amorph.

Bromeuxanthinsäure, worin 4 At. Wasserstoff gegen 4 At.

Brom ausgetauscht sind, entsteht durch Schütteln der im Wasser suspendirten Euxanthinsäure mit überschüssigem Brom, Auswaschen des abfiltrirten gelben Pulvers mit Wasser und kaltem Alkohol, worin die Bromeuxanthinsäure fast unlöslich ist, und Umkrystallisiren des Products mit siedendem Alkohol, aus welchem sich ein Theil der Säure in sehr feinen nadelförmigen goldgelben Krystallen ausscheidet. In der Lösung bleibt ein Theil der Säure aufgelöst, welcher sich beim Abdampfen als amorphe Masse ausscheidet. Letztere Modification ist löslicher in Alkohol als die krystallinische. Die Zusammensetzung beider Modificationen wird durch die Formel $C_{40}H_{28}Br_4O_{21}$ ausgedrückt.

Die Bromeuxanthinsäure liefert größtentheils gallertartige Salze. So giebt die Lösung der Säuren in verdünntem Ammoniak mit kohlensaurem Ammoniak vermischt, sogleich eine gallertartige Gerinnung, in welcher anfangs keine Spur von Krystallisation wahrnehmbar ist. Nach und nach wird der Niederschlag krystallinisch. Die Lösung des Ammoniaksalzes giebt mit kohlensaurem Natron eine steife Gallerte, mit doppelt-kohlensaurem Kali eine käsige Fällung, welche allmählig krystallinisch wird.

Die löslichen Salze der Erden und Metalloxyde geben mit der Lösung des Ammoniaksalzes gelbe gallertartige Niederschläge.

Nitroeuxanthinsäure. Erstes Product der Einwirkung von Salpetersäure auf Euxanthinsäure. Die Formel der freien, sowie der an Bleioxyd gebundenen Säure ist: $C_{40}H_{30}N_2O_{23}$, d. h. Euxanthinsäure, in welcher 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. N_2O_4 ersetzt ist. Nach der Analyse des Bleisalzes ist sie zweibasisch. Die Darstellung der Säure geschieht folgendermaßen. Euxanthinsäure wird mit kalter Salpetersäure von 1,31 spec. Gew. übergossen. Nach 24 Stunden ist die Säure, ohne dass eine Gasentwicklung stattgefunden hat, in eine körnig krystallinische Masse verwandelt, die man von der überstehenden gelbrothen Flüssigkeit abfiltrirt, und durch Umkrystallisiren aus heißem Alkohol reinigt. Die Säure bildet ein blass strohgelbes krystallinisches Pulver, das sich in Wasser nur sehr wenig, in Alkohol etwas mehr auflöst.

In erwärmtem kohlensauren Ammoniak löst sich die Säure mit gelber Farbe. Beim Erkalten scheidet sich das Salz als gelbe Gallerte aus. Reines Ammoniak und Kali geben gleichfalls mit der Säure Gallerten.

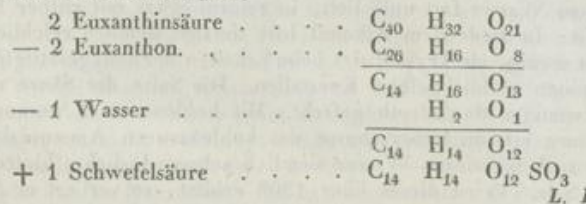
Mit den Erden und Metalloxyden bildet die Säure im Allgemeinen gelbe, unlösliche oderschwierlösliche Verbindungen, mit dem Eisenoxydul ein braunes Salz. Die Salze der Säure brennen beim Erhitzen mit schwacher Verpuffung ab.

Kokkinonsäure, Formel: $C_{12}H_6N_2O_9$ (?). Die Säure entsteht, wenn Euxanthinsäure mit Salpetersäure von 1,31 spec. Gew. erwärmt wird, wobei sie sich auflöst. Nach kurzer Zeit tritt eine stürmische Entwicklung rother Dämpfe ein, die noch nach der Entfernung vom Feuer fort dauert. Nach dem Erkalten setzt sich die Kokkinonsäure in gelben krystallinischen Körnern ab. Von der Nitroeuxanthinsäure unterscheidet sich dieselbe sehr leicht dadurch, dass sie mit den Alkalien scharlachrothe Salze bildet, von welchen das Ammoniaksalz in kohlensaurem Ammoniak löslich ist. Das Kalisalz dagegen ist in überschüssigem kohlensauren Kali unlöslich. In Wasser ist das Kalisalz schwer auflöslich. Beim Erhitzen brennen die Salze mit schwacher Verpuffung ab.

Durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Euxanthinsäure bildet sich außer Euxanthon (s. d. folgenden Art.) noch eine schwefelhaltige Säure, welche Erdmann

Hamathionsäure genannt hat. Formel: $C_{14}H_{14}O_{12}SO_3$. Die in der Kälte erhaltene Auflösung der Euxanthinsäure in concentrirter Schwefelsäure wird mit Wasser verdünnt, und die von dem dabei sich ausscheidenden Euxanthon abfiltrirte saure Flüssigkeit mit kohlensaurem Baryt gesättigt. Die neutrale vom schwefelsauren Baryt getrennte Lösung enthält hamathionsauren Baryt aufgelöst. Durch vorsichtiges Abdampfen erhält man das Salz als gummiartigen spröden Rückstand, welcher beim Verbrennen schwefelsauren Baryt hinterläßt. Mit basisch essigsaurem Bleioxyd giebt die Lösung des Barytsalzes einen gelben Niederschlag von basisch hamathionsaurem Bleioxyd, dessen Zusammensetzung aber zu wechseln scheint. Durch Zersetzung dieses Bleisalzes mit Schwefelwasserstoff erhält man die freie Hamathionsäure als stark saure Flüssigkeit, die vorsichtig abgedampft, als syrupdicke Masse erhalten wird. Beim Kochen zersetzt sich die Lösung und Schwefelsäure wird frei. Die Alkalisalze der Säure trocknen zu gummiartigen Massen ein, welche nur mit basisch essigsaurem Bleioxyd Niederschläge geben.

Die Bildung der Hamathionsäure und des Euxanths aus der Euxanthinsäure ist leicht zu erklären.



Euxanthon. (Purron Stenhouse, Porron Berzelius). Zersetzungsproduct der Euxanthinsäure. Entdeckt von Erdmann und Stenhouse. Formel: $C_{13}H_8O_4$. Man erhält diesen Körper beim Erhitzen der freien Euxanthinsäure oder ihrer Salze in gelben glänzenden Nadeln sublimirt. Reichlicher bildet sich das Product, wenn die Säure nur bis zu 160° — 180° erhitzt wird, wobei sie sich unter Entwicklung von Wasser, Kohlensäure und wahrscheinlich noch anderer Gasarten hauptsächlich in Euxanthon verwandelt, ohne dass dieses sublimirt. Von der unzersetzt gebliebenen Euxanthinsäure trennt man das Präparat mittelst verdünntem Ammoniak, worin die Säure löslich, das Euxanthon aber unlöslich ist. Zuletzt wird es in siedendem Alkohol gelöst, woraus der größte Theil beim Erkalten krystallisirt.

Das Euxanthon bildet sich ferner, wenn eine Lösung der Euxanthinsäure in absolutem Alkohol mit Salzsäuregas behandelt wird, sowie durch Behandlung von Euxanthinsäure mit concentrirter Schwefelsäure. Sie löst sich in kalter Schwefelsäure; wird die Lösung mit Wasser verdünnt, so fällt Euxanthon als gelbweisser Niederschlag daraus nieder, den man durch Umkrystallisiren aus Alkohol reinigt.

Das Euxanthon ist ein indifferenten Körper, in Wasser unlöslich, in kaltem Alkohol wenig, in siedendem reichlich löslich und krystallisirt aus reinen Lösungen in Gestalt blaugelber glänzender Nadeln oder Blättchen. Vorsichtig erhitzt, läßt es sich unverändert sublimiren. In concentrirtem Ammoniak ist es löslich, beim Verdunsten des Ammoniaks

fällt es unverändert aus der Lösung nieder. In Kalilauge löst es sich leicht. In verdünnten Säuren ist es kaum auflöslich. Verbindungen desselben in bestimmten Verhältnissen sind nicht bekannt.

Ein dem Euxanthon correspondirendes Chlorouxanthon $C_{13}H_6Cl_2O_4$, worin 2 At. Wasserstoff durch 2 At. Chlor ersetzt sind, entsteht durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Chloreuxanthinsäure. Es schlägt sich beim Vermischen der sauren Lösung mit Wasser als gelbes Pulver nieder. Aus Alkohol krystallisirt, bildet es kleine gelbe federartige Krystalle. Ein wahrscheinlich ähnlich zusammengesetztes nicht analysirtes Bromouxanthon erhält man auf gleiche Weise aus Bromouxanthinsäure.

Durch Behandlung des Euxanthon mit Salpetersäure werden folgende Producte gebildet:

Porphyrynsäure, erstes Product der Einwirkung der Salpetersäure auf Euxanthon. Von Erdmann entdeckt. Wird Euxanthon mit kalter Salpetersäure von 1,31 specif. Gew. übergossen, so zeigt sich zuerst keine Reaction. Nach einiger Zeit tritt ein heftiges Aufschäumen von rothen Dämpfen ein. Man unterbricht dann die Reaction durch Zusatz von Wasser; nach dem Erkalten scheidet sich die Porphyrynsäure als gelbes krystallinisches Pulver ab, das in salpetersäurehaltigem Wasser fast unlöslich, in reinem etwas mit rother Farbe löslich ist. In siedendem Alkohol löst sie sich ziemlich reichlich auf, in kaltem wenig; sie krystallisirt beim Erkalten der heifs gesättigten Lösung in kleinen röthlichgelben Krystallen. Die Salze der Säure sind mehr oder weniger dunkelroth gefärbt. Mit kohlen saurem Ammoniak giebt die Säure ein im Ueberschusse des kohlen sauren Ammoniaks unlösliches, auch in reinem Wasser ziemlich schwer lösliches blutrothes neutrales Salz. Wird dieses über 130° erhitzt, so verliert es Ammoniak und wird hellroth. Es verwandelt sich dabei in ein saures Salz, das schwer in kaltem Wasser löslich ist und beim Erkalten der siedend bereiteten Lösung in federartigen hellrothen Krystallen anschieft. Mit salpetersaurem Silberoxyd, Chlorbarium, essigsaurem Bleioxyd giebt das Ammoniaksalz rothe Niederschläge, die in vielem Wasser löslich sind. Das Kupferoxyd- oder Silberoxydsalz können aus ihren Lösungen beim Abdampfen krystallinisch erhalten werden. Sämmtliche Salze verpuffen beim Erhitzen. Die Zusammensetzung der Säure ist $C_{26}H_{10}N_6O_{19}$, die des neutralen Ammoniaksalzes $C_{26}H_{10}N_6O_{19} + N_2H_4O$, das saure Salz ist $2\bar{P} + N_2H_4O$.

Oxyporphyrynsäure, zweites Zersetzungsproduct des Euxanthon durch Salpetersäure. Formel: $C_{26}H_{10}N_6O_{20}$. Sie unterscheidet sich von der Porphyrynsäure blofs durch 1 At. Sauerstoff, welches sie mehr enthält. Die Darstellung ist folgende: Man erhitzt Euxanthon mit Salpetersäure von 1,31 specif. Gew., bis die stürmische Einwirkung beginnt, nimmt dann das Gefäß vom Feuer und lässt die Einwirkung, welche längere Zeit fort dauert, zu Ende gehen, ohne Wasser zuzusetzen. Nach dem Erkalten scheidet sich die Oxyporphyrynsäure als gelbes krystallinisches Pulver aus, das der Porphyrynsäure sehr ähnlich ist, aber sich von derselben dadurch leicht unterscheiden lässt, dass die Oxyporphyrynsäure ein in überschüssigem kohlen sauren Ammoniak leicht lösliches rothes Salz bildet. Hierdurch ist zugleich das Mittel gegeben, sie von der beigemengten Porphyrynsäure zu trennen. Das Ammoniaksalz der Oxypor-

phyrinsäure wird beim Abdampfen der Lösung als körnige krystallinische Masse erhalten, die beim Erhitzen kein saures Salz liefert. Mit den Erden und Metalloxyden bildet die Säure braunrothe, in Wasser schwer lösliche Verbindungen. Sämmtliche Salze verpuffen beim Erhitzen.

Durch fortgesetzte Einwirkung der Salpetersäure von 1,31 specif. Gew. in der Wärme auf Euxanthon sowohl wie auf Euxanthinsäure entsteht die mit der von Will und Böttcher entdeckten Styphninsäure identische Oxypikrinsäure (s. d. Art).

L. E.

Euxenit. Als Bestandtheile dieses Minerals ergaben sich 49,66 Tantalensäure (titansäurehaltig), 7,94 Titansäure, 25,09 Yttererde, 6,34 Uranoxydul, 3,14 Ceroxydul (nebst Lanthan und vielleicht auch Didym), 2,47 Kalkerde, 0,29 Talkerde, 3,97 Wasser. Diese Zahlenverhältnisse haben jedoch nur einen approximativen Werth, da die zu Gebote stehende Menge des Minerals nur gering war. Der Euxenit zeigt insofern ein eigenthümliches Verhalten vor dem Löthrohre, als es unmöglich ist, dadurch nach der gewöhnlichen Methode seinen Gehalt an Titansäure und Uranoxydul qualitativ nachzuweisen. Da nämlich sowohl Titansäure als Uranoxydul hauptsächlich durch ihr Verhalten in der reducirend behandelten Phosphorsalzperle erkannt werden, und da erstere Substanz hierbei eine violette, letztere aber eine grüne Farbe giebt, so ist klar, dass hieraus eine Farbenmischung entstehen muss, aus welcher sich durchaus nichts erkennen lässt. In Violett und Grün zusammen sind nämlich alle 3 Grundfarben: Roth, Blau und Gelb enthalten. Werden diese in größter Reinheit und in dem richtigen Verhältnisse zusammengemischt, so giebt dies bekanntlich Weiß, sind aber jene Bedingungen nicht erfüllt, so erhält man eine mehr oder weniger schmutzige, unbestimmbare Farbe. Letzteres ist nun wirklich der Fall bei der reducirenden Behandlung des in Phosphorsalz aufgelösten Euxenits. — Das Mineral scheint nur derb, in eingesprengten Körnern, vorzukommen, es hat metallischen Fettglanz, bräunlich schwarze Farbe und ist in feinen Splintern röthlich braun durchscheinend. Spec. Gewicht = 4,60. In seinen äußeren Eigenschaften steht es dem Thorit sehr nahe, jedoch ist es härter als dieser, und ritzt denselben deutlich. Fundort: Jölster im nördlichen Bergenhuus-Amte, Norwegen. — Der Euxenit gehört zu den pyrognomischen Mineralien (s. d.).

Th. S.

Evacuiren s. Luftpumpe.

Evaporiren syn. mit Abdampfen.

Evonymin, von Riederer aus dem fetten Oele der Beeren von *Evonymus europaeus* erhaltene Substanz von unbestimmtem chemischen Charakter. Die Auflösung des Oeles in einer Mischung von Aether und Alkohol wird mit Magnesia zur Trockne verdampft, der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, und die nach abermaliger Verdunstung des Alkohols zurückbleibende Masse mit Aether behandelt. Bei freiwilliger Verdunstung der ätherischen Lösung scheidet sich das Evonymin in gelben warzenförmigen Krystallen ab. Es ist in Wasser unlöslich, besitzt aber dessungeachtet einen durchdringend bitteren Geschmack ¹⁾

H. K.

¹⁾ Buchner's Repert. XLIV. S. 1.

Excremente oder Darmentleerungen bestehen im Allgemeinen einestheils aus den Ueberresten der Nahrungsmittel, welche während ihres Durchganges durch den Darmkanal nicht aufgenommen wurden, andertheils aus den Secreten, welche die Schleimhaut und die drüsigen mit dem Darmrohr in Verbindung stehenden Organe liefern. Ihre Zusammensetzung ist daher verschieden, je nach der Beschaffenheit der Nahrungsmittel, deren größerem oder geringerem Gehalt an unverdaulichen Stoffen und der Natur der letzteren.

Man erhält diese Ueberreste, wenigstens größtentheils, wenn man die Excremente mit Wasser zerreibt und durch Leinwand seiht. Sie bestehen in der Regel aus Pflanzenzellgewebe, Epidermis, Horngewebe, Muskelfasern alter Thiere, Sehnen u. s. w.; nicht selten enthalten sie auch noch Fettgewebe, Amylum und andere assimilirbare Stoffe, die zurückblieben, weil die Nahrungsmittel in übermäßiger Quantität aufgenommen und deshalb unvollständig verarbeitet wurden.

Die durchgeseihete Flüssigkeit ist trübe und von graugrüner Farbe; sie lässt beim Stehen einen großen Theil von aufgeschwemmten Stoffen fallen. Der oben stehende klarere Theil geht nur langsam durch's Filtrum und nimmt hierbei, wahrscheinlich durch die Einwirkung der Luft, allmählig eine braune Farbe an. Diese braune Färbung stellt sich noch rascher ein, wenn man die Lösung verdunstet. Es bedeckt sich hierbei die Oberfläche mit Krystallen von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde. Aus dem nach dem Verdunsten erhaltenen Extract nimmt Alkohol einen mit rothbrauner Farbe löslichen Stoff auf, während eine graubraune Substanz zurückbleibt. Die alkoholische Lösung hinterlässt nach dem Verdunsten eine braune Substanz von bitterem Geschmack, die mit Schwefelsäure behandelt einen harzartigen Niederschlag giebt. (Bilifelliusäure.)

Sättigt man in dem Rückstande nach Entfernung des Gallenharzes die Schwefelsäure durch Baryt, verdampft und zieht das Residuum mit Alkohol aus, so nimmt dieser eine extractartige Materie von rothbrauner Farbe auf. Diese ist in Wasser und Alkohol löslich, wird durch Säuren höher roth gefärbt, von Zinn-, Blei- und Silbersalzen, sowie von Gerbsäure fast vollständig gefällt. —

Der in Alkohol unlösliche Theil des Wasserextractes, welcher, wie oben erwähnt, als graubraune Masse zurückbleibt, besteht aus geronem Schleimstoff, gefärbt durch Gallenpigment.

Der in der wässerigen Lösung aufgeschwemmte Theil der Excremente, welcher sich beim Stehen allmählig absetzt, ist sehr schleimig, verstopft die Poren des Filtrums und trocknet darauf zu einer firnissartigen Masse ein, die in Wasser wieder aufweicht und, namentlich auf Zusatz von Alkali, wieder schleimig wird.

Aether zieht daraus ein grüngelbtes Fett aus, das zum größten Theil sich verseifen lässt und wenig, in anderen Fällen gar kein Cholesterin enthält.

Alkohol zieht eine mit dem Gallenharz übereinkommende Materie aus.

Nach der Extraction mit Aether und Alkohol lässt sich mit Wasser aus den aufgeschwemmten Theilen der Fäcalstoffe eine gelbliche, in Berührung mit der Luft sich schnell dunkler färbende Materie ausziehen, die in kurzer Zeit in Fäulniss geräth: frisch bereitet ist sie in Alkohol nicht löslich, wird es aber, sobald sie in Zersetzung übergeht;

ebenso wird sie frisch von Galläpfelaufguss kaum getrübt, später stark gefällt. Wird die alkoholische Lösung von Gallenharz mit einer frisch bereiteten Lösung dieses Stoffes vermischt, so entsteht ein graugrüner Niederschlag, der sich ebenso schwer absetzt, wie der, aus welchem beide bereitet wurden. Hieraus glaubt Berzelius schliessen zu dürfen, dass die Excremente eine unlösliche Verbindung der Bestandtheile der Galle mit anderen, bei der Verdauung hinzugekommenen, enthalte, welche Verbindung durch Alkohol zerlegt werden könne.

Die Art der Umsetzung der Galle während ihres Durchganges durch den Darmkanal ist noch nicht hinreichend erforscht: wahrscheinlich ist, dass das Bilin sich in derselben Weise umwandelt, wie ausserhalb des Organismus, wenigstens spricht hierfür die Anwesenheit des Gallenharzes.

Unverändertes Bilin lässt sich durch die Pettenkofer'sche Probe nur in seltenen Fällen nachweisen.

Der Gallenfarbstoff hat sein charakteristisches Verhalten zur Salpetersäure verloren.

Die relative Menge der Gallenbestandtheile in den Excrementen tritt natürlich um so mehr zurück, je reicher diese an unverdaulichen Speiseresten sind. In den Excrementen der Pflanzenfresser ist sie daher geringer, als in denen der Fleischfresser. Will fand in 18,3 Grm. bei 100^o getrockneter Pferdeexcremente nur 0,995 in Alkohol löslicher Materie, in 14,98 Grm. Kuhexcremente nur 0,625.

Die übrigen löslichen Bestandtheile der Excremente sind wenig charakterisirt. Ein Zersetzungsprocess ist in ihnen bald mit Bestimmtheit nachweislich durch die Gegenwart von Ammoniak, Schwefelwasserstoff u. s. w., bald fehlen diese, und die Excremente zeigen eine neutrale Reaction. Mit Zuckerwasser versetzt veranlassen sie daher bald Gährung, bald dagegen nicht (Liebig).

Der Wassergehalt der Excremente und das relative Verhältniss ihrer Bestandtheile ist sehr wechselnd nach der Art der Nahrungsmittel und deren kürzerem oder längerem Aufenthalt im Darmkanal.

Ebenso veränderlich ist die Menge der feuerbeständigen Salze. Berzelius fand im Wasserextract der menschlichen Excremente 4 Proc. Asche, bestehend aus 26 Proc. Chlornatrium, 22 Proc. kohlensaurem Natron, 13 Proc. schwefelsaurem Natron, 26 Proc. phosphorsaurer Kalkerde und 13 Proc. phosphorsaurer Bittererde. Enderlin fand im Menschenkoth 80,37 Proc. phosphorsaure Kalk- und Talkerde, 7,94 Proc. Kieselsäure, 4,53 Proc. schwefelsauren Kalk, 2,63 zweibasisch-phosphorsaures Natron, 2,09 phosphorsaures Eisenoxyd und 1,37 Kochsalz nebst schwefelsaurem Alkali.

Playfair fand 13,58 Proc. Asche.

Calomelstühle. Nach gröfseren Gaben von Calomel bekommen die Excremente eine lauchgrüne Farbe. Merklein hat in solchen Fällen Schwefelquecksilber aufgefunden. Es ist jedoch zweifelhaft, ob die intensiv grüne Farbe hiervon abgeleitet werden kann. Simon und Golding Bird konnten wenigstens kein Quecksilber in derartigen Ausleerungen auffinden und schreiben daher die Farbe dem Gallenpigment zu. In ähnlich gefärbten Darmentleerungen, die nach dem Genuss von Marienbader Mineralwasser erfolgten, fand Kersten zweifach Schwefel-eisen, welches sich im Darmkanal aus dem kohlensauren Eisenoxydul und dem schwefelsauren Natron des Wassers gebildet hatte. Auch hier wird

die grüne Färbung gewiss nicht allein durch Schwefeleisen zu Wege gebracht.

Excremente des Foetus vergl. Meconium.

Excremente der Vögel vergl. Harn und Guano. F.

Excrete nennt man die durch den Lebensprocess im thierischen Organismus unbrauchbar gewordenen Stoffe, die mit Hülfe der drüsigen Secretionsorgane ausgeschieden werden. Es gehören dahin der Harnstoff, die Harnsäure, Hippursäure, Bestandtheile der Galle, sowie die Kohlensäure der Lungen- und Hautausdünstung.

Den in seinen einzelnen Momenten noch dunkeln Process der Absecheidung nennt man die Excretion. F.

Exosmose s. Diffusion S. 586, und Endosmose S. 920.

Expansion s. Ausdehnung, Bd. I. S. 603.

Expansivvermögen. Expansibilität, gleichbedeutend mit Ausdehnbarkeit, heisst das Bestreben gasförmiger Körper, bei jedem Grade der Dichtigkeit und bei jeder Temperatur, welche sie besitzen, ihren Raum zu vergrößern. Der jedesmalige Grad der Stärke dieses Bestrebens eines Gases heisst seine Spannkraft oder Expansionskraft, auch Tension. B.

Exsiccator wird eine jede Vorrichtung genannt, um im geschlossenen Raume ohne Anwendung von Wärme und ohne Entfernung der Luft, Flüssigkeiten langsam verdampfen zu lassen, Niederschläge von Körpern zu trocknen, welche beim Erwärmen zersetzt werden, oder um geglühte, pulverförmige Stoffe vor dem Wägen erkalten zu lassen, ohne dass sie hygroskopische Feuchtigkeit anziehen. (s. I. S. 5). Zweckmäßiger als der Tafel I. Fig. 1 abgebildete Apparat dürfte der Fig. 99. dargestellte Exsiccator seyn. Auf dem flachen Glasteller BB steht die Schale cc, welche zur Hälfte mit

Fig. 99.



englischer Schwefelsäure gefüllt ist. In diese stellt man geeignete Gläser, welche den die abzdampfenden oder zu trocknenden Substanzen enthaltenden Gefäßen zur Unterlage dienen. Bechergläser dd mit abgesprengten Boden oder ähnliche Gegenstände können dazu benutzt werden. Die darüber gedeckte Glocke A kann, wenn ihr Rand nicht abgeschliffen ist, mit etwas Talg bestrichen werden, um die äußere Luft vollständig auszuschließen. H. K.

Extract, Extractum, nennt man, im allgemeinen Sinne des Wortes, jedes Gemenge von löslichen Körpern, welches insbesondere bei organisch-chemischen Untersuchungen, bei der Analyse von Pflanzen- und Thier-Organismen, zurückbleibt, wenn die bei der Behandlung derselben mit irgend einem flüchtigen indifferenten Lösungsmittel, z. B. Wasser, Alko-

hol, Aether u. s. w. erhaltene Lösung, nachdem sie auf geeignete Weise, namentlich durch Filtration, von den unlöslichen Theilen getrennt ist, durch Verdunstung oder Destillation von dem flüchtigen Lösungsmittel wieder befreit wird. Die Bereitung der Lösung nennt man das Ausziehen oder das Extrahiren, und den bei ihrer Verdunstung bleibenden Rückstand im Allgemeinen Extract, und dieses wiederum, je nach dem Lösungsmittel, Wasserextract, Alkoholextract, Aetherextract, u. s. w. Die durch Behandlung mit verschiedenen Lösungsmitteln erhaltenen löslichen und unlöslichen Theile können wiederum Gegenstand der Extractbereitung mit einem der anderen Lösungsmittel werden, sowohl der Reihen nach, als auch abwechselnd. Dadurch werden die complicirteren Gemenge in immer einfachere getheilt, von denen die letzteren, so weit sie die durch Lösung erhaltenen betreffen, so lange immer noch Extracte genannt werden, als sie wirkliche Gemenge von wenigstens zwei oder mehreren Körpern sind, bis am Ende, entweder durch diese Behandlung mit indifferenten Lösungsmitteln, oder durch Operationen von ganz anderer Art, wie sie die chemische Analyse lehrt, die einfachen, selbstständigen Gemengtheile auftreten, und sich als bestimmte Verbindungen herausstellen.

Im engeren Sinne des Wortes versteht man unter Extract eine durch ihre medicinischen Anwendungen sehr wichtige Reihe von grösstentheils aus Pflanzen zubereiteten Arzneimitteln, deren Darstellung und Beschaffenheit im Allgemeinen dem entspricht, was im Vorhergehenden angeführt wurde, und die hier einer näheren Betrachtung unterworfen werden sollen.

Die Anzahl dieser Arzneimittel ist ungefähr ebenso groß, wie die der Arzneipflanzen, von denen gewöhnlich nur die Theile zur Bereitung der Extracte dienen, welche am reichlichsten mit den wirksamen Bestandtheilen derselben ausgestattet sind, also bald Wurzeln, bald Hölzer, Stengel, Kräuter, Blumen, Samen und Rinden. Zur Ausziehung derselben dienen Wasser, Alkohol, Wasser und Alkohol, Aether, Alkohol und Aether, Wein, Essig, je nachdem es die Beschaffenheit der wirksamen Bestandtheile der Pflanzen, sowie die Vorschrift der Pharmakopöen und Aerzte verlangt.

Constitution der Extracte im Allgemeinen. Es ist klar, dass diese Arzneimittel sehr complicirte Gemenge seyn müssen, indem sie alle die Körper enthalten, welche jene verschiedenen Lösungsmittel aus den Pflanzen auszuziehen vermögen, theils weil sie selbst in isolirter Gestalt sich darin auflösen, theils weil sie durch wechselseitige Verbindung und Adhäsion in die Lösung überzugehen fähig sind. Mit welchem Lösungsmittel die Extracte auch bereitet seyn mögen, so enthalten sie stets die Bestandtheile der Pflanzen, deretwegen sie gerade bereitet werden, aber außerdem noch viele andere, deren Anzahl, Quantität und relatives Verhältniss je nach dem Lösungsmittel den Unterschied und die ungleiche Zweckmäßigkeit der verschiedenen Arten von Extracten begründen, die nach den Lösungsmitteln Wasserextracte, Alkoholextracte, Aetherextracte u. s. w. genannt werden.

Die Pflanzen enthalten, aufser Wasser und anderen unorganischen Verbindungen, eine große Anzahl von organischen Zusammensetzungen, die wir in Rücksicht auf Extracte in drei Gruppen vertheilen können, nämlich 1) die Zellensubstanz oder das Skelett, welches gewöhnlich den grössten Theil vom Gewichte derselben ausmacht. Dasselbe ist thera-

peutisch unwirksam, in allen indifferenten Lösungsmitteln unlöslich und deshalb in keinem Extract enthalten. 2) Körper, die allen Pflanzen gemeinschaftlich sind, wie Stärke, Gummi, Zucker, proteinhaltige Stoffe (Albumin) u. s. w. Von den löslichen Stoffen der Pflanzen machen sie den größten Gewichtstheil aus, aber sie scheinen an den Wirkungen der Extracte wenig oder keinen Antheil zu nehmen. 3) Körper, die den einzelnen Pflanzen eigenthümlich sind und den geringsten Theil vom Gewicht derselben ausmachen. Ihre Anzahl ist für jede Pflanze nur gering und sie wird oft nur von einem ausgemacht. Aber diese Körper sind die specifisch wirksamen Bestandtheile, und die eigenthümliche Aufgabe der Extractbereitung besteht darin, sie von jenen unwirksamen Stoffen, die nur die Masse vergrößern und den Gebrauch als Arzneimittel erschweren, durch indifferente Lösungsmittel bis zu einem gewissen Grade abzuscheiden oder zu concentriren. Man könnte dabei leicht auf den Gedanken kommen, dass es am zweckmäßigsten seyn müsste, diese Abscheidung so weit auszuführen, dass nur die specifisch wirksamen Bestandtheile isolirt erhalten würden, und die Anwendung dieser gegen die der Extracte zu vertauschen, zumal wenn man die allgemeine Erfahrung daneben stellt, dass die Pflanzen nicht in jeder Vegetationsperiode, sowie in Folge ungleicher kosmischer und terrestrischer Einflüsse nicht immer gleichviel von ihren wirksamen Bestandtheilen enthalten. Allerdings ist diesem Gegenstande, vorzüglich in neueren Zeiten, große Aufmerksamkeit gewidmet worden, und die vielen Pflanzenbasen und anderen krystallisirbaren indifferenten Pflanzenkörper sind die Trophäen der in dieser Absicht angestellten Untersuchungen. Aber abgesehen von der Weilläufigkeit und den Kosten, womit deren Darstellung gewöhnlich verbunden ist, so hat doch die Anwendung derselben in isolirter Gestalt gelehrt, dass, wenn sie auch in gewissen Fällen specifische, sichere und unersetzbare Heilmittel sind, die Wirkungen in vielen anderen Fällen doch nicht allein auf ihnen beruhen, sondern dass es oft die Verbindung und Mengung derselben mit anderen Körpern zu seyn scheint, woraus die beobachteten wohlthätigen Wirkungen der Arzneipflanzen entspringen. Es wird kein Arzt z. B. das in gewissen Fällen so specifisch und sicher wirkende Chinin in allen Fällen statt der anderen aus Chinarinde dargestellten Arzneiformen, als Extract, Decoct, Infusum, Tinctur gebrauchen wollen. Dazu kommt, dass in einer großen Anzahl von Extracten die specifisch wirksamen Bestandtheile mit Eigenschaften ausgestattet sind, die ihre Isolirung von den übrigen noch nicht möglich machten. Die Extracte werden sich daher gewiss für immer als eine höchst wichtige Arzneiform behaupten.

Wir sind noch sehr weit entfernt, alle die Körper zu kennen, welche gemengt und verbunden die verschiedenen Extracte constituiren. Es ist gewiss, dass alle Extracte gemeinschaftliche Bestandtheile enthalten, aber ein jedes hat auch gewisse ihm eigenthümliche. Um einen ungefähren Begriff von ihrer Constitution nach unseren jetzigen Kenntnissen zu bekommen, ist es erforderlich, dass man sich aus den Analysen, welche von den zu ihrer Bereitung angewandten Pflanzen ausgeführt worden sind, zunächst ein Bild entwickelt, welche von den darin aufgefundenen Bestandtheilen, in Folge ihrer Eigenschaften und in Folge des vorgeschriebenen Lösungsmittels und der verlangten Behandlungsweise mit demselben, darin enthalten seyn können. Dabei ist nicht zu vergessen, dass die bis jetzt ausgeführten Analysen noch nicht alle Be-

standtheile derselben, die meisten in noch unrichtigen relativen Gewichtsverhältnissen angeben, und dass sie auch unnatürliche, d. h. durch eine in Folge der Operationen stattgefundene Zersetzung gewisser natürlicher Bestandtheile gebildete Körper umfassen. Auch ist dabei vor allen der Umstand zu berücksichtigen, dass gewisse in dem angewandten Lösungsmittel für sich unlösliche Bestandtheile in Folge von Verbindung und Adhäsion an anderen, für sich darin löslichen in die Lösung übergehen und eben deswegen gleichfalls Bestandtheile der Extracte werden. Die Entwerfung dieses Bildes ist also noch mit so vielen und zum Theil nicht überwindbaren Schwierigkeiten verknüpft, dass es immer nur sehr unvollkommen werden kann. Ein richtiges Bild wird nur aus genauen chemischen Untersuchungen der Extracte selbst, welche bis jetzt gar nicht oder nur sehr unvollständig ausgeführt worden sind, hervorgehen können. Denn der Begriff, zu welchem man durch die Betrachtung der Pflanzenanalysen gelangt, wird nur für die den Extracten verwandten Arzneiformen einigermaßen richtig werden können, nämlich für Decocte, Infusionen und Tincturen, welche die löslichen Bestandtheile der Pflanzen ziemlich unverändert enthalten. Bei ihrer Verdunstung gehen Veränderungen vor, wodurch sich gerade die Extracte von jenen unterscheiden, und diese Veränderungen bestehen theils darin, dass flüchtige Bestandtheile, namentlich ätherische Oele, mit dem Lösungsmittel verdampfen, so dass nur dann, wenn sie nicht sehr flüchtig sind und die Verdunstung sehr vorsichtig geschieht, geringe Reste davon in dem Extracte zurückbleiben, theils darin, dass sich dabei gewisse Bestandtheile in ihrer elementaren Zusammensetzung verändern, so dass wenigstens aus einem Theil derselben neue Bestandtheile der Extracte hervorgehen, die in den Pflanzen nicht vorhanden waren, wie sich dieses aus dem Folgenden ergeben wird.

Alle Extracte sind dunkel gefärbt, gewöhnlich braun oder schwarzbraun und rothbraun, aber auch gelbbraun, grünbraun, roth und schwarz, also um Vieles dunkler, als die Vegetabilien, aus denen sie bereitet wurden. Mit demselben Lösungsmittel, durch welches sie extrahirt sind, bilden sie zwar ziemlich leicht wieder eine neue Lösung, aber diese ist eben so dunkel gefärbt und viel dunkler, als die ursprüngliche; in den meisten Fällen bleibt bei der Wiederauflösung eine nicht unbedeutende Menge eines dunkel gefärbten pulverförmigen Körpers zurück, der jedoch nicht ganz unlöslich und deshalb einem Theil nach in die neue Lösung übergegangen ist, und deren dunklere Farbe bewirkt. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich, wenn man die neue Lösung eindampft und den Rückstand wieder auflöst, und dies soll so lange fort dauern, bis das Extract in jene unlöslichen Körper und in eine farblose Lösung von Salzen und dauerhaften organischen Verbindungen, als Zucker, Gummi, u. s. w. verwandelt worden ist. Die Leichtigkeit, mit welcher dies geschieht, ist jedoch bei den verschiedenen Extracten sehr ungleich. Bei Extracten, die viele Gerbsäure enthalten, tritt dieser Punkt sehr bald ein, bei manchen anderen dürfte jenes Endresultat vielleicht nie ganz erreicht werden, wenigstens gelangt man dabei sehr bald dahin, dass sich die neuen Lösungen zwar jedesmal etwas dunkler gefärbt zeigen, aber dass sich die durch deren Verdunstung wieder erhaltenen Extracte vollständig auflösen, nachdem im Anfange nur sehr wenig von dem unlöslichen Körper daraus erhalten worden ist. Diese Erscheinung kann noch nicht genügend erklärt werden, weil wir nicht alle die Körper kennen, welche

die Extracte constituiren, und vorzüglich, weil diese unlöslichen Körper in Rücksicht auf ihre Entstehung und Natur noch zu wenig untersucht worden sind. Inzwischen scheinen dieselben durchgängig Gemenge zu seyn, deren Beschaffenheit für jedes Extract verschieden ist; daher hat ihnen Berzelius den gemeinschaftlichen Namen Extractabsatz (*Apothema*) gegeben.

Jene Extractabsätze sind also Bestandtheile aller Extracte. Ihre Bildung scheint einen zweifachen Grund zu haben. Zum Theil können sie nämlich von gewissen natürlichen Bestandtheilen der Pflanzen ausgemacht werden, die an und für sich in den Lösungsmitteln, womit die Extracte bereitet werden, unlöslich sind, aber in Folge einer losen Verbindung mit den löslichen Bestandtheilen in die ursprüngliche Lösung übergehen, und dann bei deren Verdunstung jene Verbindung aufgeben, eine grössere Cohärenz annehmen, und deshalb bei der Wiederauflösung, ohne eine Veränderung in ihrer Zusammensetzung erlitten zu haben, ungelöst zurückbleiben. Jedes Wasserextract z. B. enthält in Wasser unlösliches Harz, jedes Alkoholextract in Alkohol unlösliches Gummi, u. s. w. Dass auf diese Weise natürliche Pflanzenstoffe Bestandtheile der Extractabsätze werden können, zeigt z. B. augenscheinlich das Opiumextract, welches sehr oft abwechselnd aufgelöst und wieder abgedampft werden kann, und jedes Mal einen Absatz zurücklässt, der unverändertes Narkotin enthält. Inzwischen weisen alle bis jetzt an diesen Extractabsätzen beobachteten Verhältnisse deutlich aus, dass sie überall der Hauptsache nach Zersetzungsproducte sind, entstanden theils durch wechselseitige chemische und katalytische Einwirkung der in der Lösung vorhandenen natürlichen Pflanzenstoffe auf einander, theils und vorzüglich durch die zerstörende Einwirkung der Luft auf dieselben. Gewiss erstreckt sich diese Zersetzung nicht bloß auf einen Bestandtheil der Lösung, wie man dies früher glaubte, wo ein eigener, allen Pflanzen gemeinschaftlicher Bestandtheil angenommen wurde, den Vauquelin Extractivstoff (s. d. Art.) nannte, sondern unstreitig auf mehrere zugleich, theils auf solche, die in Bezug auf therapeutische Wirkungen keine Bedeutung haben, theils und vorzüglich auf die wirksamen Bestandtheile, da die Erfahrung gelehrt hat, dass gerade sie die am leichtesten zersetzbaren Pflanzenkörper sind, und dass die Extracte um so unwirksamer sind, je weiter eine solche Zersetzung darin vor sich gegangen ist. Dass bei diesen Zersetzungen die Luft eine Hauptrolle spielt, und weniger die zur Verdunstung angewandte Wärme, ergibt sich schon deutlich daraus, dass die Extracte um so heller gefärbt erscheinen, je mehr bei ihrer Bereitung die Luft abgehalten wird. Auch hat Saussure durch Versuche gezeigt, dass bei der Bildung der Extractabsätze fortwährend Sauerstoff absorbirt und in ein dem seinigen gleiches Volum Kohlensäuregas verwandelt wird, und dass die Körper, welche auf diese Weise Kohlenstoff verlieren, sich auf der anderen Seite dadurch in kohlenstoffreichere, gefärbte und unlösliche Extractabsätze verwandeln, dass Wasserstoff und Sauerstoff in Gestalt von Wasser aus ihnen austritt, wodurch sich Vauquelin's Theorie über die Bildung eines oxydirten Extractivstoffs, von dem die Extractabsätze überall ausgemacht werden sollten, als unrichtig herausstellte.

Demnach kommt die Bildung der Extractabsätze in der Hauptsache mit der sogenannten Verwesung überein, deren Producte (Humin,

Huminsäure, Ulmin, Ulminsäure, Quellsäure, Quellsäure u. s. w.) auch eine solche Aehnlichkeit mit den Extractabsätzen darbieten, dass man wohl anzunehmen berechtigt ist, dass Körper dieser Art, welche auf der Grenze des organischen Gebietes stehen, in allen jenen Absätzen die Hauptrolle spielen. Wir wissen ferner, dass sich diese letzten Glieder des organischen Reiches begierig mit elektronegativen Körpern vereinigen, so dass z. B., wenn man sie in Alkalien auflöst und diese Lösung mit einer Säure fällt, sie sich mit einem gewissen Theile dieser Säure verbunden niederschlagen und in Folge davon sauer reagiren. Man hat also auch Grund anzunehmen, dass sie in Gestalt von solchen Verbindungen die Bestandtheile der Extractabsätze bilden, und dass überhaupt die Verschiedenheiten, welche sich an den aus verschiedenen Extracten erhaltenen Absätzen zeigen, aus der Ungleichheit jener Endglieder sowohl als der damit verbundenen elektronegativen Körper entspringen. So besitzen die Absätze aus den Extracten der Chinarinde und der Tormentillwurzel, welche Chinaroth und Tormentillroth genannt worden sind, Eigenschaften, die sie als Verbindungen der den Stamm-pflanzen eigenthümlichen Gerbsäuren mit aus denselben Säuren entstandenen Zersetzungsproducten charakterisiren.

Bereitung. Für die Darstellung guter und wirksamer Extracte gelten im Allgemeinen folgende, zum Theil aus dem Vorhergehenden sich von selbst herausstellende Momente: 1) Müssen nur gesunde Pflanzen und dieselben in der Vegetationsperiode dazu angewandt werden, in welcher sie die wirksamen Stoffe in der größten Quantität enthalten. 2) Ist das richtige Lösungsmittel anzuwenden, d. h. das, welches nicht allein alle wirksamen Bestandtheile auszieht, sondern auch alle überflüssigen und bei der Verdunstung und Aufbewahrung nachtheilig werdenden Körper ungelöst zurücklässt. 3) Muss zur Ausziehung von dem Lösungsmittel so wenig wie möglich angewandt werden, um dadurch die Zeit der Verdunstung, oder was ebenso viel sagen will, die Dauer der dabei auf eigene Kosten stattfindenden und der durch die Luft bedingten Veränderung zu verkürzen. 4) Ist die Lösung genau bis zu der richtigen, von den Vorschriften geforderten Consistenz zu verdunsten. 5) Muss bei allen zur Bereitung der Extracte vorkommenden Operationen die Luft so viel wie möglich abgehalten werden. 6) Sind alle dabei vorkommenden Operationen so rasch wie möglich auszuführen, sowohl um den verändernden Einfluss der Luft als auch die freiwillige Zersetzung der gelösten organischen Körper möglichst zu vermeiden. 7) Müssen angemessene Gefäße angewandt werden, d. h. solche, die auf die Extracte keinen nachtheiligen Einfluss haben.

Aber Alles, was in diesen Beziehungen zu leisten wäre, konnte noch nicht von allen Pharmakopöen aufgenommen werden. Die Aerzte machen dabei auch ihre Erfahrung geltend, und verlangen die Extracte auf die Weise bereitet, wie sie sich einmal als Arzneimittel bewährt haben. Von zweckmäßiger bereiteten und deshalb mit relativ größeren Quantitäten der wirksamen Bestandtheile der Pflanzen versehenen Extracten müssen erst andere Dosen ausgemittelt werden, was in der praktischen Heilkunde allerdings seine großen Schwierigkeiten hat. Uebrigens sind manche Verbesserungen allmählig in neuere Pharmakopöen aufgenommen worden, wodurch denn die Aerzte gezwungen wurden, sich allmählig daran zu gewöhnen. Um überhaupt dem Arzte durch gleiche Mittel gehörige Sicherheit zu gewähren, müssen Extracte, gleich-

wie alle anderen Mittel, durchaus streng nach den Vorschriften der Pharmacopöen bereitet werden, mögen diese Vorschriften einer Verbesserung fähig seyn oder nicht. Inzwischen weichen die Vorschriften, nach denen sich also hier Alles richten muss, in den verschiedenen Pharmacopöen so vielseitig ab, dass hier nur die allgemeinen Verhältnisse dargestellt werden können, damit alle in den Pharmacopöen kurz abgefassten Vorschriften vollkommen verständlich werden.

Zur Bereitung der Extracte sind Gefäße von Glas, Porzellan, Steingut, Zinn und Silber am zweckmäßigsten, aber wegen der großen Quantitäten, welche häufig bereitet werden müssen, wenigstens für die ersteren Operationen meistens nicht ausreichend. Größere Gefäße von Eisen sind deshalb nicht brauchbar, weil sich das Eisen leicht oxydirt und als Oxyd in Verbindung mit den Pflanzensäuren den Extracten mittheilt, so dass sie, in Folge der fast allgemein darin vorkommenden Gerbsäure eine unnatürlich dunkle und selbst ganz schwarze Farbe erhalten. Größere Gefäße von Kupfer ertheilen, auch wenn sie ganz blank geschleuert worden sind, den Extracten einen Kupfergehalt, der bei ihrer Anwendung nachtheilig werden muss. Aber sie werden brauchbar, wenn sie mit bleifreiem Zinn vollkommen überzogen sind. Für die Ausziehung der Vegetabilien, vorzüglich im Großen, sind Gefäße von Holz im hohen Grade empfehlenswerth, nur ist dabei zu beachten, dass nicht alle Vegetabilien in einem und demselben Gefäße ausgezogen werden dürfen, sondern dass für alle stark riechenden, schmeckenden und färbenden Vegetabilien besondere Gefäße von Holz angewandt werden müssen, damit jedes Extract seine Eigenthümlichkeit im Geruch, Geschmack und Farbe behalte.

Die Bereitung der Extracte selbst theilt sich in mehrere auf einander folgende Operationen:

1) Das Ausziehen oder Extrahiren. Ursprünglich geschah dieses bei allen Extracten einfach durch wiederholtes Auskochen mit dem vorgeschriebenen Lösungsmittel, aber nach den jetzigen Vorschriften je nach der Beschaffenheit der Vegetabilien und je nach dem Lösungsmittel bald durch Auskochen, bald durch Infusion, Maceration oder Digestion. Für diese Operationen werden die Vegetabilien angemessen zerkleinert, so dass die Lösungsmittel den aufzulösenden und in den Behältern derselben eingeschlossenen Bestandtheilen gehörig zugänglich sind. Die Art und der Grad der Zerkleinerung richtet sich nach der Beschaffenheit der Vegetabilien und wird in den Vorschriften für die einzelnen Extracte speciell angeführt. Meistens reicht ein gröbliches Zerschneiden hin, in anderen Fällen, namentlich bei harten Vegetabilien, muss das bei Samen und ähnlichen Gegenständen übliche Zerquetschen im Mörser noch darauf folgen. Für die Verdrängung müssen die Vegetabilien selbst gröber oder feiner zu Pulver zerstoßen werden. — Alle Extracte, bei deren Ausziehung das Lösungsmittel warm angewandt wird, heißen warm bereitete Extracte (*Extracta calide parata*), die, bei denen dies in gewöhnlicher Lufttemperatur geschieht, kalt bereitete Extracte (*Extracta frigide parata*). —

Das Auskochen ist fast nur bei Wasserextracten üblich, und man hält es bei allen dichten und harten Vegetabilien, namentlich Hölzern und Rinden, für erforderlich. Diese Substanzen werden zerschnit-

ten und zerquetscht, meistens 3- bis 4mal nach einander, jedes Mal mit ungefähr der 16fachen Gewichtsmenge Wassers bis zur Hälfte eingekocht. Gewöhnlich geschieht dies in einem offenen Kessel über freiem Feuer, aber zur Vermeidung des Einflusses der Luft gewiss viel zweckmäßiger in einer verzinneten kupfernen Destillirblase mit aufgesetztem Helm (wobei man oft Gelegenheit hat, die dem abdunstenden Wasser folgenden ätherischen Oele zu gewinnen), oder, vorzüglich bei größeren Quantitäten, in einem nach Trommsdorff's¹⁾ Vorschrift eingerichteten, cylindrischen Kochfasse, welches oben mit einem gut schließenden Deckel versehen ist, und unten, etwa $\frac{1}{2}$ Fufs hoch vom Boden, einen zweiten mit vielen kleinen Löchern versehenen Boden hat, auf den die ausziehenden Vegetabilien gelegt werden. Der Raum zwischen beiden Böden wird mit Wasser gefüllt und durch ein kupfernes Rohr mit einer Destillirblase, in welcher Wasser während der Operation in lebhaftem Sieden erhalten wird, oder mit einem Beindorff'schen Apparate (s. Thl. I, S. 711) in wasserdampfdichte Verbindung gesetzt. Die Destillirblase ist zu diesem Zweck mit einem platten Aufsatz, anstatt des Helms, versehen, von dem das Rohr ausgeht, und welcher mit wenigstens 80 Pfd. beschwert wird, um dem Drucke der Wasserdämpfe widerstehen zu können. Sobald das Wasser in dem unteren Raume des Fasses durch die Wasserdämpfe in's Sieden gekommen ist, schüttet man die zerkleinerten Vegetabilien hinein, und auf dieselben Wasser bis zu ihrer völligen Bedeckung, auf ein Mal, wenn dasselbe siedend, allmählig, wenn es kalt ist. Dann wird der Deckel aufgelegt und das Einströmen der heißen Wasserdämpfe in den untern Raum, wodurch denn bald die ganze Masse in's Sieden kommt, so lange unterhalten, als man es für zweckmäßig erachtet.

Die Infusion, welche ebenfalls bei Wasserextracten angewandt wird, reicht vollkommen hin bei allen weichen oder leicht erweichenden Vegetabilien, namentlich bei Kräutern und Blumen. Schon Guibourt zeigte, dass von mehreren Vegetabilien, welche gewöhnlich ausgekocht werden, durch Infusion die Extracte in größerer Quantität und besserer Qualität erhalten werden. Mohr²⁾ hat sie in den meisten Fällen nicht allein vollkommen ausreichend, sondern auch überhaupt viel zweckmäßiger gefunden, weil eine genügende Erschöpfung der Vegetabilien mit einer viel kleineren Quantität von dem Lösungsmittel durch sie erreichbar ist, wenn man sie in einem Fass vornimmt, welches ungefähr dieselbe Einrichtung, wie das vorhin angeführte Kochfass hat. In diesem werden die angemessen zerkleinerten Vegetabilien bis zu ihrer Bedeckung mit siedendem Wasser übergossen und nach Verschliefung mit dem Deckel 24 Stunden lang in Ruhe gelassen. Bei größeren Quantitäten ist die Masse dann gewöhnlich noch so warm, dass sie kaum mit den Händen angefasst werden kann. Nach Abscheidung der dabei gebildeten Lösung wird dieselbe Operation mit neuem siedendem Wasser wiederholt. Wittrin³⁾ findet es zweckmäßig, den durchlöcherten Boden mit einem feuchten wollenen Tuche zu bedecken, um gleich eine colirte Lösung zu erhalten, die angefeuchteten Vegetabilien darin eine Nacht hindurch mit einem runden Brett belegt und mit Steinen beschwert ruhig stehen zu lassen, dann die so ausgedrückte Lösung abzupfen, und nun erst die Infusion mit sie-

¹⁾ Dessen Lehrb. d. Pharm. 3. Aufl. S. 723. ²⁾ Ann. d. Pharm. XXXI, S. 296.

³⁾ Ann. d. Pharm. XXII, S. 85.

dendem Wasser auf die Weise vorzunehmen, dass dasselbe zwei bis drei Male nach einander bis zur Bedeckung darauf gegossen und jedes Mal nach $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde wieder abgezapft wird.

Die Maceration wird nur bei einigen wenigen Wasserextracten, den sogenannten kalt bereiteten Extracten, angewandt, aus Vegetabilien, von denen auch warm bereitete Extracte im Gebrauch sind. Sie besteht darin, dass man die gröblich zerstoßenen Vegetabilien mit etwa 12 Thln. kalten Wassers übergießt und 48 Stunden lang damit unter öfterem Umrühren in Berührung lässt. Nach Abscheidung der Lösung wird dieselbe Behandlung mit der Hälfte Wassers noch einige Male wiederholt.

Die Digestion wird bei allen Extracten angewandt, zu deren Ausziehung flüchtige und kostbare Lösungsmittel, als Alkohol, Aether, Wein angewandt werden sollen. Man wählt dazu Glaskolben und für größere Quantitäten eine Destillirblase, worin die gehörig zerkleinerten Vegetabilien mit der vorgeschriebenen Menge des Lösungsmittels übergossen und digerirt werden. Nach Abscheidung der Lösung wird dieselbe Operation so oft wiederholt, als die Vorschrift verlangt. Um die Verdunstung möglichst zu verhindern, werden die Glaskolben mit feuchter Blase überbunden, in die man zur Vermeidung des Platzens mit einer Nadel ein kleines Loch sticht; die Destillirblase wird, um den etwa abdunstenden Theil wieder zu gewinnen, durch den Helm mit der ihr gehörigen Kühlgeräthschaft in Verbindung gesetzt.

2) Die Abscheidung der Lösung. Nach vollendeter Einwirkung der Lösungsmittel muss die mit denselben gebildete Lösung von den ungelösten Theilen der Vegetabilien abgeschieden werden. Dies geschieht zunächst dadurch, dass man sie durch einen Korb, Spitzbeutel oder Seibetuch, und wenn die Bereitung derselben in dem vorhin angeführten Fasse geschah, durch den unten an demselben angebrachten Zapfen davon abfließen lässt. Den darin zurückbleibenden Theil sucht man darauf durch Pressen der Masse herauszubringen, was meistens in den kleinen Pressen der Apotheker, in kleinen Quantitäten nach einander, in sogenannten Pressbeuteln vorgenommen wird. Diese Auspressungsmethode genügt allerdings für kleinere Quantitäten, aber bei größeren ist sie nicht allein sehr zeitraubend, sondern auch mit dem Uebelstande verbunden, dass die Lösungen unnötig lange Zeit dem verändernden Einflusse der Luft ausgesetzt werden. Geschieht das Ausziehen in dem vorhin angeführten Fasse, so kann darin nach Mohr auch das Auspressen der ganzen Masse auf ein Mal ganz einfach auf die Weise ausgeführt werden, dass man das Fass auf einen niedrigen Tisch oder Block stellt, von dem zwei starke Pfeiler an beiden Seiten des Fasses aufsteigen, die oberhalb desselben mit einem starken Querbalken verbunden sind. Durch letzteren geht eine hölzerne Schraube, welche man auf die feuchten Vegetabilien, nachdem sie mit einem runden, den Raum des Fasses möglichst genau einnehmenden Brett bedeckt worden sind, wirken lässt. — Das Auspressen der Lösung ist eine sehr wesentliche Operation, nicht bloß um den zurückgebliebenen Theil der Lösung zu bekommen, sondern vor allen, um mit einer geringeren Menge von dem Lösungsmittel die Vegetabilien genügend auszuziehen. Geschieht es nämlich nicht, wie gewöhnlich, erst nach der letzten Behandlung mit dem Lösungsmittel, sondern nach jeder einzelnen, so reichen, wie Mohr gezeigt hat, meistens zwei Behandlungen so vollkommen zur Erschöpfung der Vegetabilien hin, dass eine dritte weder

die Mühe lohnt, noch zweckmäfsig ist, weil durch die dabei erhaltene Lösung die beiden ersteren nur verdünnt werden würden.

3. Das Klären der Lösung. In den, bei den vorhergehenden Operationen erhaltenen Lösungen sind gewöhnlich viele ungelöste gröbere und feinere Theile der Vegetabilien suspendirt, welche daraus entfernt werden müssen. Die gröbereren Theile werden durch ein Seihtuch oder Spitzbeutel von Flanell oder Leinwand, die feineren durch Filtration durch Löschpapier oder auf die Weise abgeschieden, dass man sie in einem bedeckten, cylindrischen Gefäße sich zu Boden setzen lässt und dann die klar gewordene Lösung davon abgießt, sei es durch einen Heber oder durch einen unten an dem Gefäße angebrachten Zapfen.

Es ist klar, dass durch diese fast noch überall vorschriftsmäfsigen und üblichen Operationen immer nur sehr verdünnte Lösungen erhalten werden, und dass sowohl die Bereitung derselben, als auch die nun noch übrige Operation, welche deren Verdunstung betrifft, nicht allein viel Zeit und Kosten veranlassen, sondern auch eine lange Dauer des verändernden Einflusses der Wärme und der Luft herbeiführen. Die Abstellung dieser Uebelstände war daher schon lange der Gegenstand von Untersuchungen, aus denen vielfache Vorschläge hervorgegangen sind, die wir hier zusammenfassen, weil allen ein und dasselbe Princip zu Grunde liegt, nämlich die Ausziehung der Vegetabilien mit einer ungleich geringeren Menge von dem Lösungsmittel zu bewirken und damit gleichzeitig auch die Abscheidung und Klärung der Lösung zu verbinden. Alle Extracte lassen sich mit jeder beliebigen Quantität des Lösungsmittels, durch welches sie ausgezogen werden, vereinigen, und bilden schon mit sehr wenig, z. B. mit der halben oder gleichen Gewichtsmenge desselben, eine flüssige Lösung. Es ist ferner lange bekannt gewesen, dass lösliche Körper die Lösung anderer schwer- oder unlöslicher Stoffe, in Folge von Verbindung und Adhäsion, um so mehr bewirken, je concentrirter die Lösung der ersteren selbst ist. Aus diesen Thatsachen folgt schon von selbst, dass durch eine sehr kleine Menge des Lösungsmittels die Auflösung der Bestandtheile, welche das Extract bilden sollen, nicht allein ebenso gut, wie durch eine gröfsere Menge davon, sondern selbst noch vollständiger geschieht, und also dadurch eine gröfsere Ausbeute an Extract erhalten werden muss. Auf diese Verhältnisse stützen sich die vielen in neueren Zeiten und in den letzteren Jahren vorzüglich in Frankreich angestellten Versuche, und es fehlt nicht an Vorschlägen, sie auf die Verbesserung in der Bereitung der Extracte zweckmäfsig in Anwendung zu bringen. Diese Versuche scheinen nicht allein jene Verhältnisse zu bestätigen, sondern auch auszuweisen, dass die Lösungsmittel die angeführte Wirkung in viel mehr Fällen, als man bisher glaubte, schon in der Kälte ausüben; aber in welchen Fällen die Unterstützung von Wärme erforderlich ist, muss noch bestimmter nachgewiesen werden.

Alle Vorschläge kommen darauf zurück, die getrockneten und je nach ihrer Natur gröber oder feiner pulverisirten Vegetabilien mit nur so viel oder wenig mehr von den Lösungsmitteln in eigens dazu ausgedachten Apparaten zu tränken und sie darauf so lange damit zu maceriren oder digeriren, als es die Natur der zu lösenden Körper erfordert, so dass die dabei entstehende Lösung ungefähr den natürlichen Pflanzensäften und die ganze Masse einem frisch zerquetschten Kraut

ähnlich wird. Es handelt sich also dann nur noch darum, diese concentrirte Lösung vollständig von den ungelösten Theilen abzuscheiden. Giese¹⁾ und Cadet de Gassicourt bewirken dies, wie bei den Saft-extracten, durch einfaches Auspressen. Aber da hierbei viel davon zurückbleibt, was wegen der Concentration der Lösung von Bedeutung ist, so sind viele sehr sinnreiche Auswege erfunden, die wir hier, da sie alle ein und dasselbe bezwecken, unter dem gemeinschaftlichen Namen der

Verdrängung zusammenfassen, wiewohl sie nicht alle diesen Namen führen, und welche darin bestehen, dass die concentrirte Lösung durch den Druck der Luft oder einer neuen Portion des Lösungsmittels oder durch den Druck von beiden zugleich herausgedrückt wird.

In allen Fällen erreicht man dies am zweckmäßigsten durch cylindrische, unten und zuweilen auch oben enger ausgehende und, damit auch die Maceration und Infusion selbst darin vorgenommen werden kann, unten und oben angemessen verschließbare Gefäße (Verdrängungsgefäße) von Glas, Porzellan, Zinn, verzinnem Eisenblech oder Holz. Trichterförmige oder ovale Gefäße sind, wie leicht einzusehen, für diesen Zweck sehr wenig geeignet. Da, wo ihre untere Verengung beginnt, sind sie mit Baumwolle, einem Schwamm oder mit einem anderen porösen indifferenten Stoff verstopft, häufig auch mit einem siebartig durchlöchernten Boden versehen, auf den man genau einpassende runde Scheiben von Tuch oder vielfach doppeltem Löschpapier legt. Auf diesem porösen Verschlusse ruht die Masse, aus welcher die Lösung verdrängt werden soll. Sie wird bis zu einem gewissen Grade, der nach der Ungleichheit der Masse verschieden ist, gleichmäßig darauf zusammengedrückt, und es gehört einige Uebung dazu, dies in den verschiedenen Fällen immer so zu treffen, dass die Verdrängung möglichst vollständig geschieht und weder durch zu große Dichtigkeit noch zu große Lockerheit der Masse erschwert wird.

Soll die Verdrängung durch den Druck der Luft geschehen, so muss das Verdrängungsgefäß mit einer Vorrichtung in luftdichte Verbindung gebracht werden, welche, entweder durch Saugen von unten, oder durch Druck von oben, Luft durch die mit der Lösung durchtränkten Vegetabilien zu treiben im Stande ist, und welche außerdem einen Recipienten zur Aufnahme der Lösung enthält. Da die Luft nicht in die mit Flüssigkeit getränkten Stoffe eindringen kann, so muss sie die Lösung nothwendiger Weise vor sich her treiben. Zu dieser Verdrängungsweise sind also die Saugpumpen oder Druckpumpen erforderlich. Köp hat sie dadurch zu ersetzen gesucht, dass er den Recipienten mit dem Verdrängungsgefäße in luftdichte Verbindung setzt, nachdem daraus die Luft durch das Gas des zur Ausziehung angewandten Lösungsmittels ausgetrieben und er selbst luftdicht verschlossen ist. Durch die in Folge der Abkühlung stattfindende Condensation entsteht darin ein luftverdünnter Raum, welcher nun wie eine Saugpumpe wirkt, wenn man das bis dahin unten mit einem Hahn geschlossene Verdrängungsgefäß öffnet. — Die bekannteste hierher gehörige Vorrichtung gab Dr. Romershausen²⁾ an, und ist nach ihm

¹⁾ Scheerer's Nordische Annal. I. S. 468.

²⁾ Schweigg. N. J. IV. 166, und Buchn. Repert. XIII. 378.

die Romershausen'sche Luftpresse (s. Presse) genannt worden¹⁾.

Soll die Verdrängung durch dasselbe Lösungsmittel bewirkt werden, so bringt man auf die damit bereits macerirten oder digerirten Vegetabilien eine neue Schicht der nämlichen Flüssigkeit, welche dann in Folge ihrer Schwere durch dieselben hindurchzudringen strebt und also zunächst die Lösung austreibt und ersetzt. Die bei diesem Durchgange der Lösung zunächst folgenden Schichten des verdrängenden Lösungsmittels nehmen den etwa ungelöst gebliebenen Rest der löslichen Theile auf und führen ihn durch den Druck der oberen Schichten der Lösung nach, so dass die Vegetabilien, wenn die verdrängende Schicht sehr hoch ist, oder bei geringerer Höhe durch wiederholte Erneuerung ganz erschöpft werden. Der Graf Real²⁾ schraubt auf das Verdrängungsgefäß eine wenigstens 12 Fufs hohe Röhre zur Aufnahme des verdrängenden Lösungsmittels. Diese Einrichtung wird die Real'sche Presse (s. Presse) genannt. Man hat ihr den Vorwurf gemacht, dass sie im Winter bei Frostkälte nicht zu Wasserextracten, auf die sie vorzüglich berechnet ist, gebraucht werden könne. Dieser Einwurf ist ohne Bedeutung. In einem Laboratorium, worin gearbeitet wird, erniedrigt sich die Temperatur nicht wohl unter 0°. Dadurch, dass in Folge der hohen Säule ein kräftigerer Druck ausgeübt und also eine viel raschere Verdrängung der Lösung erreicht wird, ist sie gewiss zweckmäßiger, als wenn man die Verdrängung durch niedrige, öfter erneuerte Schichten von dem Lösungsmittel zu bewirken sucht, wie dies in den neueren Vorrichtungen von Boullay, Robiquet, Boutron, Quibourt, Voget u. m. A. der Fall ist. Diese Art der Verdrängung hat die größte Aehnlichkeit mit unserer schon lange gebräuchlichen Caffee-Bereitung in den sogenannten Caffee-Filtrir-Maschinen, und sie verdankt dieser ihren Ursprung. Boullay, welcher sie zuerst auf die Bereitung der Extracte anwandte, gab ihr, als einer vermeintlich neuen Ausziehungsmethode, den Namen Methode de Deplacement, welcher im Deutschen mit Verdrängung wiedergegeben wurde. Unter diesem Namen erregte sie überall viel Aufmerksamkeit, selbst einen Prioritätstreit zwischen Robiquet und Boullay, bis man dann bald einsah, dass sie nur durch einen geringeren Grad der verdrängenden Kraft von dem Real'schen Verfahren verschieden sey, und dass sie eben deswegen, wenigstens in vielen Fällen, die Real'sche Presse nicht ersetzen könne. Um diesen wesentlichen Mangel einer zu langsamen und unvollständigen Verdrängung abzustellen, haben Boullay, Béral, Payen, Bayvel, und Kahlert Vorrichtungen ausgedacht, in welchen das Verdrängungsgefäß zugleich mit einer Druck- oder Saugpumpe, oder mit einem Recipienten verbunden ist, der, wie vorhin angeführt wurde, durch das Gas des Lösungsmittels luftleer gemacht werden kann, so dass er wie eine Saugpumpe

¹⁾ Die Einzelheiten der Vorrichtungen, welche Schrader, Eimbke und Wurzer vorgeschlagen haben, sind in Berlin. Jahrb. XX., 397, Schweigg. N. J. I., 90 und Trommsd. N. J. III., 3 nachzusehen.

²⁾ Schweigg. J. XVI., 339 und Trommsd. J. XXV., 47.

wirkt¹⁾. Hünefeld²⁾ hat einen Apparat beschrieben, in welchem die Lösung durch das Gas der Lösungsmittels verdrängt wird. Höchst einfach und zweckmäßig scheint ein Apparat zu seyn, welchen Anthon³⁾ vorgeschlagen hat. Derselbe setzt einen gewöhnlichen Kolben, der eine zweckmäßige Menge von dem Lösungsmittel enthält, durch einen Kork mit dem Verdrängungsgefäße, worin die noch nicht macerirten Vegetabilien enthalten sind, und dieses wiederum mit einem zweischenkligen Rohr in luftdichte Verbindung. Dieses Rohr reicht bis auf den Boden eines Gefäßes, welches während der Operation abgekühlt erhalten wird. Durch Erhitzung des Kolbens destillirt das Lösungsmittel durch die Vegetabilien bis in das abgekühlte Gefäß, und verwandelt während des Durchganges die löslichen Stoffe in eine gesättigte Lösung. Da nun, wie leicht einzusehen, der Kolben am Ende nur mit dem Gas des Lösungsmittels gefüllt ist, so muss er beim Erkalten luftleer werden und in Folge davon die ganze destillirte Flüssigkeit wieder zurücksaugen, welche dabei die in den Vegetabilien gebildete Lösung durch Verdrängung vor sich her treibt. Wenn bei diesem einmaligen Durchgange noch keine gehörige Extraction stattgefunden hat, so kann man, ohne den Apparat aus einander zu nehmen, das Lösungsmittel von den aufgelösten Stoffen, welche dabei in dem Kolben zurückbleiben, so oft durch die Vegetabilien destilliren und zurücksteigen lassen, bis sie völlig erschöpft sind. — Sehr ähnlich ist ein von Payen⁴⁾ unter dem Namen *Extracteur à Distillation continuë* beschriebener Apparat. Er besteht aus einem Kolben, auf den ein längliches Extractionsgefäß luftdicht aufgesetzt ist, oben verschlossen mit einem Kork, in dem ein mit Kugeln versehenes Sicherheitsrohr steckt und ein zweites Rohr, welches oberhalb des Korkes umgebogen ist, so dass es am Verdrängungs-Apparate parallel hinabsteigt und durch einen Seiten-Tubus mit dem Kolben in luftdichter Verbindung steht. Ist das Verdrängungsgefäß mit den zu extrahirenden Substanzen gefüllt, so wird es auf den mit dem Lösungsmittel: Alkohol, Aether u. s. w. etwa bis zur Hälfte gefüllten Kolben gesetzt, und dieser bis zum Sieden erhitzt. Unaufhörlich dringt dann das Gas des Lösungsmittels in dem Seitenrohr zu dem Verdrängungsgefäße hinauf, wo es sich condensirt, die Substanzen durchdringt und mit den löslichen Theilen derselben eine Lösung bildet, welche durch das nachfolgende Gas in den Kolben hinabgedrängt wird, in diesem wieder verdunstet und das Gelöste zurücklässt. Die Extraction ist vollendet, wenn die aus dem Verdrängungsgefäß in den Kolben hinabtröpfelnde Flüssigkeit farblos erscheint. — Auf denselben Principien beruht ein von Mohr⁵⁾ angegebener Aether-Extractions-Apparat, welcher sich nur in der Construction und Art der Gefäße und in einer

¹⁾ Die Verhandlungen über diese Verdrängungsmethoden sind nachzulesen in: Journ. de Pharm. 1833—1834. — Journ. d. Chim. med. 1833—1834. — Journ. de Pharm. du midi, 1836 p. 281. — Ann. der Pharmacie VII., 318. XXXI., 295. — Buchn. Repert. XXI., 110. N. R. II., 47. — Arch. d. Pharm. VII., 318. XIV., 188. XXI., 42. XXVII., 89. XXXV., 1. — Jahresb. d. pharm. Gesellsch. zu Petersb. 1836, S. 70. — Pharm. Centralbl. 1835, S. 247. 577—593. 1837, S. 413. —

²⁾ Journ. f. prakt. Ch. IX., 28.

³⁾ Buchn. Rep. XXV., 337.

⁴⁾ Ann. de Ch. et de Phys. XIII., 59.

⁵⁾ Dingler's Polyt. Journ. CL., 360. Mohr, Lehrbuch der pharm. Technik, S. 109.

Vorrichtung zur Abkühlung der Aetherdämpfe von jenem unterscheidet. Statt des Kolbens ist eine zweihalsige Woulfsche Flasche gewählt. Das Extractions-Gefäß von Weißblech ist mit einem zweiten Blechgefäß umgeben, um es durch kaltes Wasser kalt zu erhalten oder durch warmes zu erwärmen. Das kalte oder warme Wasser wird durch ein unten angebrachtes und bis obenhin daran hinaufsteigendes Trichterrohr hineingebracht. Den Verschluss des Verdrängungsgefäßes bildet ein kegelförmiges, tief hineinragendes Blechgefäß, welches dasselbe wie ein Kork abschließt und zur Condensation des Aetherdampfes mit kaltem Wasser gefüllt erhalten wird. Der Aetherdampf gelangt durch ein Seitenrohr von der erhitzten Woulfschen Flasche oben in den zwischen dem kegelförmigen Kühlgefäße und den Seitenwänden des Extractionsgefäßes befindlichen Raum, wo er condensirt als Flüssigkeit auf die Substanz gelangt, die löslichen Theile aufnimmt und in die Woulfsche Flasche als Lösung zurückfließt.

Gewiss ist, dass auf diesen Wegen der eigentliche Zweck wird erreicht werden können, aber ebenso gewiss ist es auch, dass sich nicht alle Vorrichtungen gleich gut dazu eignen. Welche die zweckmäßigeren sind, wird man leicht aus dem Vorhergehenden folgern können, aber welche von diesen zweckmäßigeren wiederum die zweckmäßigste sey, ist schwer zu sagen. Es scheint, als wenn sich viele gar nicht für die Einführung in Apotheken eignen, und dass die Zweckmäßigkeit derer, welche dazu geeignet sind, sich auf verschiedene Fälle bezieht, d. h. dass nicht jede Vorrichtung dieser Art zur Bereitung aller Extracte gleich branchbar ist.

Die Einwürfe, welche man gegen jene Apparate gemacht hat, betreffen theils die bedeutenden Kosten, welche durch die Anschaffung mehrerer derselben veranlasst werden, theils die Schwierigkeit, sie luftdicht zu bekommen und bei dem häufigen Gebrauch luftdicht zu erhalten, theils die Herstellung derselben für Operationen im Großen, theils die Langsamkeit und Unvollständigkeit, womit die Verdrängung unter gewissen Umständen geschieht. Sie soll, wenn nicht Druck dabei zu Hülfe gerufen wird, so langsam geschehen, dass man eine freiwillige Veränderung der gelösten Stoffe und, wenn Luft die Lösung berühren kann, auch deren Einfluss zu befürchten hat. Die Verdrängung soll ferner nicht so vollständig geschehen, wie man dies auf den ersten Blick glauben möchte, in Folge der Bildung von Kanälen, durch die sowohl die Luft als auch die Lösungsmittel durchgehen, ohne die ganze Lösung vor sich her zu treiben, und in Folge der Vermischung des verdrängenden Lösungsmittels mit der Lösung. Die durch Verdunstung dieser Lösungen erhaltenen Extracte sind ferner noch sehr wenig in der praktischen Arzneikunde approbirt worden, sie werden aber meistens von Denen, die sie darstellten, als vortrefflich gerühmt. Es ist auch wohl gewiss, dass sie die Bestandtheile der Pflanzen in einem mehr unveränderten Zustande enthalten und dass sie deshalb zweckmäßiger sind. Sie enthalten ferner manche Bestandtheile nicht, wenn die Ausziehung in der Kälte geschah, wie z. B. Stärke, aber dennoch ist überall eine größere Menge Extract erhalten worden, als nach den gewöhnlichen Methoden, was wohl nur darin seinen Grund haben kann, dass die Vegetabilien vollständiger erschöpft werden. Inzwischen bleibt noch zu entscheiden übrig, ob diese größeren Mengen auch eine gleiche oder größere relative Quantität von den wirksamen Stoffen enthalten, oder ob die größere Menge nur durch

Lösung unnützer Bestandtheile veranlasst wird, in welchem Fall sie unzweckmäßiger seyn würden.

Erwägt man diese Momente, so wird man sich nicht so sehr wundern zu erfahren, dass bis jetzt erst sehr wenige Pharmakopöen, z. B. die *Pharm. Gallica* von 1837, von diesen Verdrängungsmethoden Anwendung gemacht haben. Da, wo dies nicht geschehen ist, darf auch in Apotheken kein Gebrauch davon gemacht werden. Man trifft daher in Apotheken nur selten den einen oder anderen Apparat dieser Art an; sie sind dort meistens aufser Gebrauch, oder werden zu kleineren Operationen, z. B. zur Bereitung von Tincturen und Infusionen benutzt. Aber bei wissenschaftlichen Untersuchungen von Pflanzen und deren Theilen haben mehrere davon gewiss einen grossen Werth, und zu diesem Zweck auch vielfache Anwendung und Anerkennung gefunden. Beachtung verdienen in dieser Beziehung vor allen die, welche von Anthon, Payen und von Mohr angegeben und vorhin beschrieben sind. —

4. Die Verdunstung der Lösungen macht ebenfalls einen sehr wichtigen Theil der Extractbereitung aus. Durch zu niedrige Temperatur wird ein unnöthig langdauernder Einfluss der Wärme und der Luft veranlasst, und bei zu hoher Temperatur gehen flüchtige Körper, welche man darin zum Theil erhalten muss und kann, weg, sowie auch am Ende, wo die Lösung anfängt dick zu werden, leicht ein Anbrennen stattfindet. Größere Quantitäten von Lösungen in Wasser verdunstet man gewöhnlich über freiem Feuer in offenen Kesseln, worin man sie in stetem Sieden erhält. Zur Abhaltung der Luft ist es aber zweckmäßiger, dieses Einkochen in Destillirblasen vorzunehmen, in die man den Theil der Lösung, welcher nicht gleich davon aufgenommen wurde, nachgießen kann. Diese Einkochung wird dann so lange fortgesetzt, bis Abdampfschalen oder Kessel von Zinn, Glas, Porzellan oder Silber zu ihrer Aufnahme ausreichen. Durch Verdrängung erhaltene Lösungen werden darin gleich von Anfang an verdunstet, nachdem man sie, wenn sie durch das Lösungsmittel in der Kälte ausgezogen worden waren, durch einmaliges Aufkochen und Durchsiehen von Albumin befreit hat. In diesen Gefäßen geschieht das Erhitzen gelinder, so dass sie nicht sieden, entweder über freiem Feuer, oder viel zweckmäßiger in einem sogenannten Wasserbade, oder noch besser in einem Chlorcalciumbade. In Ermangelung eines Beindorff'schen Apparates ist ein solches Bad leicht eingerichtet; es genügt, dass ein gewöhnlicher, tiefer, kupferner, mit Wasser, oder besser mit einer starken Chlorcalciumlösung etwa zu $\frac{2}{3}$ angefüllter Kessel mit einem ein wenig einspringenden Rande versehen wird, worin zum Austritt der Wasserdämpfe eine kleine Oeffnung angebracht ist, und auf dem die Schale oder der Kessel mit der Lösung ruht. Durch stetes Rühren mit einem hölzernen Spatel wird die Verdunstung befördert und, bei Anwendung von freiem Feuer, ein Anbrennen verhindert. Bei Alkohol- und Aether-Lösungen geschieht die Verdunstung immer in Destillirgefäßen, um das Lösungsmittel wieder zu gewinnen, bis sie anfangen dick zu werden, und noch daraus ausgegossen werden können.

Um die Verdunstung noch zu verbessern und zu fördern, sind mehrere Vorschläge gemacht worden. Guillard¹⁾ leitet über die $+ 10^{\circ}$ bis 12° warme Lösung mittelst eines Schmiedeblasebalgs

¹⁾ Journ. de Pharm. 1836, pag. 272.

einen starken Luftstrom (1). — Hänle¹⁾ erhitzt die Lösung in einer tubulirten Retorte, die mit einer tubulirten Vorlage luftdicht verbunden ist, bis zu + 50° R., lässt mit Hilfe eines Gasometers Luft durch ein Rohr, welches durch den Tubulus der Retorte bis in die Lösung reicht, einströmen und verbindet außerdem den Tubulus der Vorlage mit einem Aspirator. Auch Krafft²⁾ befördert die Verdunstung durch mit einem Blasebalg hineingetriebene Luft. — Man sollte meinen, dass hierdurch gerade befördert werde, was verhindert werden muss. Mohr (am angef. Orte) hält es für zweckmäßig, die Verdunstung, gleichwie die Zuckerraffineurs ihre Zuckerlösung einkochen, zu fractioniren, d. h. größere Quantitäten in kleinere Portionen einzukochen, sie dann zu vereinigen und im Wasserbade weiter zu verdunsten. Um bei der Verdunstung die verändernde Einwirkung der Luft zu vermeiden, haben Barry³⁾, Martenstein⁴⁾, Simon⁵⁾, Hänle (am angef. Orte.) und Forshaell⁶⁾ Vorrichtungen vorgeschlagen, in welchen das, die verdunstende Lösung enthaltende Gefäß mit einem anderen, kühl zu erhaltenden Gefäße luftdicht verbunden ist, welches entweder durch eine Saugpumpe oder durch das Gas des Lösungsmittels luftleer gemacht wird, und das abdunstende Lösungsmittel aufnimmt, oder worin dasselbe mit einer helmartigen Haube bedeckt ist, so dass das Gas des verdunstenden Lösungsmittels die Luft über der Lösung wegführen und fortwährend absperrern kann. — Eigenthümlich ist Busch's⁷⁾ Vorschlag, nach welchem man vor der Verdunstung einen großen Theil des Wassers durch Gefrieren aus der Lösung fortschaffen soll.

Die Verdunstung wird fortgesetzt, bis die Extracte nach dem Erkalten den Grad von Consistenz haben, welchen Pharmakopöen für die verschiedenen Extracte sehr ungleich verlangen. Bei den meisten Extracten wird eine Consistenz verlangt, die mit der eines steifen Honigs bis zu einer Pillemasse verglichen werden kann; man nennt sie die *Extractdicke* oder *Extractconsistenz* und die Extracte in dieser Form gewöhnliche Extracte. Diese Consistenz ist immer gemeint, wenn von Extract ohne weitere Bezeichnung die Rede ist. Bei einigen Extracten wird die Consistenz eines dickflüssigen Syrups gefordert; in dieser Form nennt man sie *flüssige Extracte* oder *Dicksäfte* (*Extracta liquida s. Mellagines*). In neueren Zeiten hat man mehrere Extracte, deren Bestandtheile sehr hygroskopisch und leicht zersetzbar sind, bis zur Trockne abzudunsten vorgeschrieben, was überall nicht über freiem Feuer geschehen darf. Diese nennt man *trockene Extracte* (*Extracta sicca*).

Gegen das Abdunsten bis zur Trockne hat man, und vielleicht nicht ohne Grund, eingewandt, dass dabei ein Theil der wirksamen Bestandtheile zerstört werde. Inzwischen kann dieser Theil, wenn das Austrocknen mit Vorsicht geschieht, nicht viel betragen. So lange man in dieser Beziehung die leichtere Anwendbarkeit derselben in weicher oder flüssiger Form für die Receptur im Auge hat, wird man sich dagegen erklären, berücksichtigt man aber alle Momente der, oft vieljäh-

1) Buchn. Repert. II., 47.

2) Pharm. Centralblatt, 1846, S. 107.

3) Trommsd. N. J. IV., 255.

4) Geiger's Magaz. XXIII., 29.

5) Brandes' Archiv, XXXV., 1.

6) Pharm. Centralbl. 1832.

7) Archiv d. Pharm., XXXIII., 59.

rigen Aufbewahrung, so will es zweckmäßiger scheinen, alle Extracte trocken darzustellen. Trockene Extracte können sich nicht verändern, wenn man sie, was leicht zu bewerkstelligen ist, in Gefäßen aufbewahrt, worin sie gegen Luft und Feuchtigkeit vollkommen geschützt sind; sie müssen darin bis auf den letzten Gran bleiben, was sie einmal sind. Die im Vorhergehenden bei der Bereitung angeführte Einwirkung der Luft auf die Bestandtheile der Extracte dauert, wiewohl im ungleich geringeren Grade, in allen ihren Formen und am meisten in der weichen, noch mit einem Rest des Lösungsmittels durchtränkten Form fort, und wenn diese, wie es der leichteren Zugänglichkeit wegen in Apotheken gewöhnlich ist, in weitmündigen Gefäßen, mit lose aufliegenden Deckeln oder mit Papier, auch Wachspapier und Blase überbunden, verwahrt werden, so sind sie dagegen nicht geschützt. Begünstigt wird dies noch dadurch, dass manche Extracte in Folge hygroskopischer Bestandtheile leicht Feuchtigkeit anziehen, und dadurch immer dünner werden, weshalb sie von Zeit zu Zeit wieder inspissirt werden müssen. Würde man auch Gefäße einführen, worin sie gegen die Luft geschützt sind, so kann dadurch doch nicht verhindert werden, dass ihre Bestandtheile allmählig auf eigene Kosten die Veränderung erleiden, welche wir Verwesung nennen, und welche mit allen befeuchteten organischen Körpern, auch bei Abschluss der Luft, bald mehr, bald weniger rasch und zumal dann erfolgt, wenn mehrere mit einander gemengt sind, wie dies gerade bei Extracten der Fall ist. Die weichen Extracte können also nicht bleiben, was sie gleich nach der Bereitung sind. Dass eine solche Veränderung stattfindet, zeigt nicht allein die Erfahrung, welche Aerzte bei der Anwendung ungleich alter Extracte gemacht haben, sondern auch die Beschaffenheit der Extracte in ihrer ganzen Masse selbst. Wenn man sie von Zeit zu Zeit untersucht, wird man sie jedes Mal verändert finden, und nicht selten findet man dabei auch die Oberfläche theilweise oder ganz mit Schimmel, einem sehr charakteristischen Kennzeichen der stattfindenden Verwesung, bedeckt, dessen Bildung man durch Befechten der Oberfläche mit starkem Alkohol zu verhindern vorgeschlagen hat, was indess nur ein Palliativmittel ist. Sehr zuckerhaltige Extracte findet man zuweilen, namentlich im Sommer, in Gährung begriffen. Die durch Luft bedingte und durch Feuchtigkeit noch begünstigte Veränderung erstreckt sich zwar zunächst auf die oberen Schichten der Extractmasse, aber diese sind es gerade, welche immer zur Anwendung kommen, worauf die nächstfolgenden wieder der Veränderung ausgesetzt werden. So lange also diese weichen Formen verlangt werden, bleibt nichts Anderes übrig, als dass man sie nur in einer solchen, dem Wirkungskreise größerer und kleinerer Apotheken angemessenen Quantität darstellt, dass sie wenigstens innerhalb eines Jahres verbraucht sind, und dass man sie stets beaufsichtigt und so viel wie möglich gegen Verderben schützt, durch mögliche Abschließung von Luft und Feuchtigkeit, durch stete Entfernung von Schimmel, Verwahrung an trockenen und kühlen Orten u. s. w.

In der Pharmakodynamik theilt man die officinellen Extracte in bittere, narkotische oder giftige, und adstringirende (*Extracta amara, narcotica* und *adstringentia*) und diese wiederum nach der Mitwirkung anderer, nicht spezifischer Bestandtheile in mehrere Unterabtheilungen. Diese Eintheilung gründet sich auf einzelne Eigenschaften, als Geschmack, und vorzüglich auf ihre Wirkungen, welche allerdings von ihren

Bestandtheilen abhängen; aber sie gründet sich darauf in einer Art, dass sie hier unberücksichtigt bleiben muss. Vertheilen wir daher noch einige Bemerkungen auf die Gruppen, welche die Extracte je nach den Lösungsmitteln bilden.

1. Wasserextracte. *Extracta aquosa.*

Die meisten officinellen Extracte sind Wasserextracte. Ihr Lösungsmittel, Wasser, veranlasst keine Kosten, und es zieht auch in den meisten Fällen die wirksamen Bestandtheile vollkommen aus. Inzwischen ist wohl nicht zu verkennen, dass es zugleich auch die meisten unnützen Bestandtheile extrahirt, namentlich solche, welche sich leicht selbst verändern und außerdem die Veränderung anderer, stabilerer befördern, nämlich die proteïnhaltigen Bestandtheile der Pflanzen, wiewohl das dahin gehörige Albumin, wenn die Extraction über $+ 60^{\circ}$ geschah, größtentheils coagulirt und abgetrennt worden ist. Die leichtere Veränderung dieser Extracte ist eine bekannte Erfahrung. In einigen Fällen ist jedoch Wasser allein nicht im Stande, die wirksamen Bestandtheile völlig auszuziehen. Auf diese Verhältnisse gründen sich die neueren Abänderungen, welche bei der Bereitung gewisser Extracte als zweckmäsig erkannt und von Pharmakopöen vorgeschrieben worden sind, woraus die folgenden Modificationen derselben entspringen.

a. Kalt bereitete Extracte, *Extracta frigide parata*, werden erhalten, wenn man die durch kalte Maceration der Vegetabilien mit Wasser erhaltenen Lösungen zunächst im Wasserbade bis zur Syrupconsistenz verdunstet, in Wasser wieder auflöst, filtrirt, wieder abdunstet, und dies so oft wiederholt, bis beim Wiederauflösen nichts Ungelöstes mehr zurückbleibt, worauf man sie im Wasserbade bis zur Extractconsistenz verdunstet. Sie enthalten gewiss nicht in allen Fällen den ganzen Gehalt der wirksamen Bestandtheile der Vegetabilien, aber doch Alles das, was der Arzt anzuwenden wünscht. — An diese reißen sich die Extracte, welche in früheren Zeiten der Graf La Garaye aus allen Vegetabilien darzustellen vorschlug, und welche damals große Anerkennung fanden. Er nannte sie *Salia essentialia* und ließ sie so bereiten, dass durch kalte Maceration gebildete Lösungen auf glatte Porzellanteller ausgegossen und darauf in gelinder Wärme ausgetrocknet wurden, von denen sie dann in dünnen Blättchen leicht abspringen.

b. Wasser-Weingeist-Extracte, *Extracta aquoso-spirituosa*, bilden den Uebergang zu den Weingeistextracten. Die Vegetabilien werden ein paarmal mit 60procentigem Weingeist ausgezogen, und dann noch einmal mit Wasser. Der Weingeist-Auszug wird, nachdem man daraus den Weingeist abdestillirt hat, mit dem Wasserauszuge vereinigt und bis zur Extractdicke verdunstet. — Die Pharm. Boruss. lässt die Vegetabilien kochend mit Wasser extrahiren, die Lösungen bis auf $\frac{1}{3}$ verdunsten, mit Alkohol vermischen, um daraus unnütze Körper auszufüllen, filtriren und abdunsten. Da dies in manchen Fällen wochenlange Filtrationen nöthig macht, so erklärt Mohr diese Vorschrift für eine höchst verfehlte Verbesserung, und er fragt dabei, warum man Körper erst durch Kochen lösen und dann wieder ausfällen solle? — Diese Extracte, deren Anzahl sich in neue-

ren Pharmakopöen immer mehr vergrößert hat, bilden mit Wasser eine trübe Lösung, die sich nicht klärt, ohne dass dabei etwas leicht Abscheidbares zurückbleibt.

Eine eigenthümliche Gruppe von Wasserextracten bilden die sogenannten Saftextracte oder eingedickten Säfte (*Extracta e succo parata s. Succo inspissati*), welche aus den Säften frischer Kräuter, den natürlichen Extractlösungen, bereitet werden. Streng genommen, würden hierher auch die freiwillig eingetrockneten Pflanzensäfte, wie Opium, Scammonium, Lactucarium, Asa foetida, Aloë, Mutterharz u. s. w. gehören. Aber diese Körper sind, wenn von Saftextracten die Rede ist, ausgeschlossen. Größtentheils werden sie von der besonders wichtigen Extractgruppe ausgemacht, welche Aerzte in Folge ihrer Wirkung narkotische oder giftige Extracte nennen, und welche ihre spezifischen Wirkungen leicht zerstörbaren Pflanzenbasen verdanken, wodurch gerade ihre eigenthümliche Bereitungsweise hervorgehoben worden ist. Zunächst werden die frischen Kräuter in einem Mörser von Marmor mit einem hölzernen Pistill unter Zusatz von etwas Wasser zerstampft, so dass daraus ein Brei wird, aus dem man den Saft auspresst. Aus diesem Saft wird nun das Extract nach mancherlei Vorschriften bereitet. Eine früher allgemein befolgte Vorschrift verlangte, dass man ihn bis zum Kochen erhitzte, das dadurch coagulirende und durch Chlorophyll grün gefärbte Albumin abschied und, da man darin noch wirksame Bestandtheile annahm, dem durch Verdunstung der abgelaufenen Flüssigkeit erhaltenen Extracte wieder setzte und damit bis zur Consistenz eines Extractes abdunstete. Alle so erhaltenen Extracte sind bald mehr, bald weniger grün, aber in Folge des Albumins ungewöhnlich leicht dem Verderben unterworfen, so dass sie jetzt von einigen Pharmakopöen bis zur Trockne abgedunstet gefordert werden. Harbord¹⁾ hat ausgemittelt, dass sich das Gewicht der trockenen zu dem der feuchten = 10 : 17 verhält, wonach die Dosis leicht regulirt werden kann. Nach der Pharm. Boruss. Edit. quinta, wird, um das so leicht veränderliche Albumin außer Spiel zu bringen, sowohl das Coagulum als auch das ausgepresste Kraut, worin ebenfalls noch wirksame Bestandtheile vorausgesetzt werden, gemeinschaftlich mit Weingeist extrahirt, der Auszug durch Destillation von Alkohol befreit, der Rückstand mit dem durch Verdunstung der von dem Coagulum abgelaufenen Flüssigkeit erhaltenen Extract eingemischt, und damit bis zur Extractdicke verdunstet. So bereitete Extracte sind durch Chlorophyll grün gefärbt, enthalten aber kein Albumin, wiewohl noch viele andere unnütze Bestandtheile, als Gummi, Schleim, Salze u. s. w. Mohr (am angef. Orte.) wirft daher sowohl das Coagulum als auch das ausgepresste Kraut, in welchen beiden nach ihm nichts Wirksames enthalten ist, weg, verdunstet das von dem Coagulum abgelaufene Liquidum bis zur Syrupconsistenz, scheidet dann daraus durch Vermischung mit gleichen Theilen 85- bis 88procentigen Weingeistes die oben angeführten unnützen Bestandtheile ab, filtrirt und verdunstet bis zur Extractconsistenz. Die neueste Preufs. Pharmakopoe von 1846 giebt folgende Vorschrift: 10 Pfund frisches Kraut werden zerquetscht, der Saft ausgepresst, das Kraut noch einmal mit 1 bis 1½ Pfd. Wasser durchstoßen und wieder ausgepresst. Der ausgepresste Saft wird colirt,

¹⁾ Archiv d. Pharm. XXXIX., 264.

im Wasserbade bei + 50° bis + 60° C. unter stetem Umrühren bis auf 2 Pfund verdunstet, dann mit 2 Pfund Alkohol vermischt, unter häufigem Umschütteln 24 Stunden stehen gelassen, filtrirt, der Rückstand ausgepresst und noch einmal mit ½ Pfd. Alkohol ausgezogen. Die vereinigten Flüssigkeiten werden filtrirt und im Wasserbade bei + 50° bis + 60° unter stetem Umrühren zur Consistenz eines dickeren Extractes verdunstet. — Um genau die Temperatur von + 50° bis + 60° zu bekommen und zu unterhalten, was nicht so leicht ist, hat Forke¹⁾ ein als zweckmäßig approbirtes Wasserbad empfohlen, bestehend aus 3 über einander ruhenden Kesseln, wovon der obere die zu verdunstende Flüssigkeit enthält, die beiden darunter befindlichen Wasser. Wenn das Wasser des untersten Kessels in stetem Sieden erhalten wird, so bekommt das in dem mittleren eine niedrigere Temperatur, und durch dieses die Extractflüssigkeit in dem obersten genau + 50° bis 60°. — An eine Wiedergewinnung des Alkohols nach dieser Vorschrift ist nicht zu denken, weshalb die darnach bereiteten Extracte etwas kostbar werden.

Nach den letzteren Vorschriften, namentlich nach der neuesten Preufs. Pharmakopöe, bereitete Extracte sind gewiss von den unnützen Bestandtheilen größtentheils befreit, so dass sie die wirksamen Bestandtheile in relativ größerer Menge enthalten, als nach allen anderen Vorschriften bereitete Extracte, und von Aerzten approbirt zu werden verdienen, weil sie außerdem auch sehr haltbar und deswegen sichere Mittel sind. Einen ähnlichen Vorschlag machte schon Geiger²⁾ für die Bereitung der beiden hierher gehörigen Extracte der Belladonna und des Bilsenkrautes. Verbessernde, von Pharmakopöen wenig benutzte Vorschläge haben gemacht: Astfalk³⁾ Hübschmann⁴⁾, Geiseler⁵⁾, Brandes⁶⁾, Schmidt⁷⁾, Klaucke⁸⁾, Bentley und Forshaell⁹⁾, Scheidemandel¹⁰⁾, Cerutti¹¹⁾, Burin¹²⁾, Müller¹³⁾, Buchholz¹⁴⁾, Meurer¹⁵⁾, Scanlan¹⁶⁾, Winckler¹⁷⁾.

2) Weingeistextracte. *Extracta spirituosa.*

Die Anzahl derjenigen Extracte, zu deren Bereitung Weingeist allein anzuwenden vorgeschrieben wird, ist sehr klein, ungeachtet derselbe gewiss in allen Fällen das zweckmäßigste Lösungsmittel ist, weil er 1) die wirksamen Bestandtheile aller zu Extracten angewandten Pflanzen zu lösen vermag, 2) die unnützen und das Verderben der Extracte befördernden Bestandtheile, als Stärke, Gummi, proteinhaltige Stoffe, Salze u. s. w. größtentheils ungelöst lässt, und 3) eben deswegen die haltbarsten und wirksamsten Extracte liefert. Inzwischen ist er ein kostbares Lösungsmittel; denn wenn auch ein großer Theil davon wieder gewonnen werden kann, so geht doch ein nicht unbedeutender Theil verloren. Man hat daher seine Anwendung bisher nur auf die Fälle beschränkt, wo Was-

¹⁾ Archiv d. Pharm. XLVII., 295.

²⁾ Ann. d. Pharm. V., 48. — ³⁾ Pharm. Centralblatt, 1832, S. 874. 1834 S. 366 u. 601. — ⁴⁾ das. 1834 S. 639. — ⁵⁾ Arch. d. Pharm. IX., 209. — ⁶⁾ Arch. d. Pharm. XXII., 90. — ⁷⁾ Buchn. Rep. XXI., 115. — ⁸⁾ Arch. d. Pharm. XXVII., 69. — ⁹⁾ Arch. d. Pharm. XXVI., 238 und 239. — ¹⁰⁾ Buchn. Rep. XXXIII., 58, XXXVI., 39. — ¹¹⁾ Arch. d. Pharm. LXXXIX., 47. — ¹²⁾ Pharm. Journ. and Transact. IV., 27. — ¹³⁾ Arch. d. Pharm. LXXXVII., 40. — ¹⁴⁾ das. XC., 33. — ¹⁵⁾ das. XC., 279. — ¹⁶⁾ Pharm. Journ. and Transact. IV., 72. — ¹⁷⁾ Pharm. Centralblatt, 1846, S. 505.

ser die wirksamen Bestandtheile der Vegetabilien nur höchst unvollständig auszieht, namentlich, wenn diese von Harzen ausgemacht werden, und wo Wasserextracte durch ihn sehr zweckmäfsig verbessert werden können, wie dies so eben bei denselben angeführt wurde. Blofs mit Weingeist bereitete Extracte lösen sich in Wasser immer sehr unvollständig und trübe auf, oft mit Zurücklassung harziger, nicht in der Lösung zu suspendirender Massen, so dass sie nicht zu allen in der Receptor anzufertigenden Arzneien, z. B. zu Mixturen, angewandt werden können.

Von den Extracten, zu deren Ausziehung früher Aether, Aetherweingeist, Wein und Essig vorgeschlagen wurden, und welche deshalb *Extracta aetherea*, *E. spirituosoaetherea*, *E. vinosa* und *E. acetosa* genannt wurden, sind gegenwärtig nur noch sehr wenige gebräuchlich. Im Allgemeinen gilt von ihnen dasselbe, was über die Weingeistextracte gesagt ist. Die Stelle dieser Lösungsmittel kann gewiss, wenigstens in den meisten Fällen, ebenso zweckmäfsig durch den wohlfeileren Weingeist vertreten werden.

Extracta acetosa, *E. adstringentia*, *E. aetherea*, *E. amara*, *E. aquosa*, *E. aquoso-spirituosa*, *E. calide parata*, *E. e succo parata*, *E. frigide parata*, *E. liquida*, *E. narcotica*, *E. sicca*, *E. spirituosa*, *E. spirituoso-aetherea*, *E. vinosa* s. *Extract.* Wrs.

Extractabsatz s. *Extract.*

Extractconsistenz und Extractdicke s. *Extract.*

Extractivstoff. Dieser Ausdruck entspricht mehreren, bereits erloschenen Begriffen. Beim Beginn chemischer Studien der Pflanzen erkannte man nur Gummi und Harz als lösliche Bestandtheile derselben. Darauf unterschied Boerhave einen dritten, in Wasser und in Weingeist löslichen, aber in allen Pflanzen ungleich modificirten Körper, welchen er als die Extracte bildend betrachtete und *Materia hermaphrodita* nannte. Den bitteren, in Wasser und in Weingeist löslichen Körper der Citronen nannte Scheele nachher *Materia saponacea*. Dieser Ausdruck veranlasste Hermbstädt, Buchholz u. m. A., alle die aus Pflanzen abgetrennten, extractförmigen Stoffe Seifenstoff zu nennen, wenn deren Lösung die Eigenschaft hatte, beim Schütteln wie eine Seifenlösung zu schäumen. Aber jetzt fingen die Pflanzen und die daraus bereiteten Extracte an, interessante und auch noch jetzt bei weitem nicht erschöpfte Fundgruben vieler, darin mit einander verbundener und gemeingter Körper zu werden, und unter diesen glaubte Vauquelin einen eigenthümlichen, im Pflanzenreich allgemein verbreiteten Körper zu erkennen, welchen er *Extractivstoff* nannte, ohne ihn jedoch für denjenigen Bestandtheil der Pflanzen zu erklären, auf den sich deren Anwendung gründet. Er gab davon an, dass er farblos, durchsichtig, unkrystallisirbar und harzähnlich und nicht flüchtig sey, dass er sich in Wasser und in wasserhaltigem Weingeist, aber nicht in wasserfreiem Weingeist, Aether und Oelen auflöse, dass er leicht Sauerstoff aus der Luft oder, unter Vermittelung von Chlor, aus Wasser aufnehme und dabei dunkel gefärbt und unlöslich werde; so verändert nannte er ihn oxydirten *Extractivstoff*, und in dieser Gestalt sollte er die Absätze in den Extracten bilden. Aber wie es sich mit diesen Extractabsätzen verhält, haben wir bei den Extracten gesehen. — Bei den mit grossem Eifer fortgesetzten Untersuchungen der Pflanzen, namentlich der in medicinische und andere Anwendung gezogenen, zeigte es sich späterhin bald, dass sie alle, ausser vielen anderen und

zum Theil allgemein verbreiteten, eigenthümliche Körper enthalten, auf die sich die Anwendung derselben gründet. In vielen Fällen gelang deren völlige Isolirung, in manchen anderen nur unvollständig, so dass die erhaltenen Educte zwar dem größten Theil nach von den Körpern ausgemacht wurden, welche man suchte, aber in Folge der Begleitung kleinerer Mengen von anderen Bestandtheilen der Pflanzen noch ein Ansehen und Eigenschaften hatten, dass sie bis zu einem gewissen Grade mit einem Extract zu vergleichen waren. Diese Körper bekamen nun, da man ihre complexe Natur nicht ahnete oder nicht aufzuklären vermochte, Vanquelin's Namen Extractivstoff, oder wenn ihre Lösung beim Schütteln schäumte, Scheele's Namen Seifenstoff; daher finden wir fast überall unter den Resultaten der bis jetzt mit Pflanzen angestellten Analysen mit diesen Namen bezeichnete Stoffe. Pfaff vertheilte sie nach ihrem ungleichen Verhalten in mehrere Gruppen, indem er gummigen, harzigen, färbenden, gerbenden, herben, kratzenden, süßen, bitteren, scharfen und narkotischen Extractivstoff unterschied. Man hat ihnen selbst Namen gegeben, die isolirten Pflanzenkörpern zukommen, und womit man nach dem jetzigen Nomenclaturprincip die Pflanzenbasen zu bezeichnen pflegt, Namen, welche eben so tadeluswürdig als irreführend sind. Alle mit Extractivstoff oder Seifenstoff bezeichneten Körper sind also Gemenge. Die Anzahl derselben, welche früher sehr groß war, ist allmählig immer kleiner geworden, indem die Trennung in bekannte und in die gesuchten Körper, welche sämmtlich den Gruppen bekannter Pflanzenstoffe angehören, dann und wann gelang. Da wo dies noch nicht geschehen ist, steht es noch zu erwarten.

Ein eigenthümlicher Körper, der auf den Namen Extractivstoff Anspruch machen könnte, existirt mithin nicht, und soll dieser Ausdruck ferner beibehalten werden, so darf man ihn nur in seiner allgemeinsten Bedeutung gebrauchen, wo er allen isolirten Körpern entspricht, die durch Ausziehung (Extrahirung) erhalten worden sind. Demnach wäre das, was wir Extract nennen, ein Aggregat von vielen Extractivstoffen, d. h. durch einerlei Lösungsmittel auflösbaren und deshalb dadurch von darin unlöslichen Stoffen abscheidbaren (oder daraus ausziehbaren) Körpern. Eine solche Anwendung des Wortes hat aber keinen Werth.

Wrs.

Extractpresse s. Presse.

Extrahiren s. Extract.

