

Chemische Grundbegriffe.

§. 1.

Bedeutung der Chemie im Allgemeinen und der pharmaceutischen Chemie ins Besondere.

Die Chemie ist ein Theil der allgemeinen Naturwissenschaft; sie hat zur Aufgabe, die verschiedene materielle Wesenheit der irdischen Körper zu erforschen, die verschiedenen Veränderungen auszumitteln, welche diese materielle Wesenheit erleidet, wenn diese Körper mit einander in unmittelbare Berührung gebracht werden, endlich die Gesetze zu ergründen, nach welchen diese Veränderungen vor sich gehen.

Pharmaceutische oder pharmakologische Chemie wird sie genannt, wenn zum Gegenstande solcher Forschungen vorzugsweise solche Körper erwählt werden, die mittelbar oder unmittelbar dem Heilmittelapparat angehören.

Die irdischen Körper und deren Unterscheidung.

§. 2.

a. Bezüglich des Organisirtseins und Nichtorganisirtseins. Die irdischen Körper werden zunächst unterschieden in organisirte oder belebte und in nichtorganisirte oder leblose.

Die organisirten Körper stellen sich dar als einen Complex von in Form und Structur unähnlichen Theilen, die zur Ausübung gewisser Verrichtungen bestimmt sind, welche die Erhaltung des Ganzen zum Zwecke haben. Diese Theile werden Organe (Werkzeuge) genannt; die damit versehenen Körper heissen daher organisirte. Es gehören dahin die Pflanzen und Thiere. Sie haben eine selbstständige innere Bewegung, wachsen von innen heraus, erzeugen ihres Gleichen und vergehen.

Die nichtorganisirten Körper sind ohne Organe, zeigen keine wahrnehmbare dauernde selbstständige innere Bewegung, wachsen durch Ansatz von aussen, erzeugen weder ihres Gleichen noch vergehen sie im eigentlichen Sinne des Wortes. Es gehören dahin die Mineralien, aber nicht minder auch die stoffigen Bestandtheile der organisirten Körper.

§ 3.

b. Bezüglich des Aggregatzustandes. Die Körper werden ferner unterschieden bezüglich des Aggregatzustandes in luftförmige, tropfbarflüssige und feste. Die Art des Aggregatzustandes ist jedoch für einen und denselben Körper nicht constant, sondern, wie aus dem Nachstehenden hervorgeht, wechselnd je nach dem Drucke, welchem der Körper ausgesetzt ist, und je nach der Menge der in dem Körper aufgehäuften Wärme.

§ 4.

a. Luftförmige Körper. Die luftförmigen (elastischflüssigen) Körper erfüllen jeden gegebenen Raum nach allen Seiten, mag das Gewicht des Körpers noch so klein, und die Grösse des Raumes noch so gross sein. Sie werden auch im Allgemeinen Luft, Gas, Dampf genannt. Die beiden ersteren Ausdrücke sind gleichbedeutend; mit dem Ausdrucke Dampf bezeichnet man aber gewöhnlich nur solche elastische Flüssigkeiten, deren Dichtigkeit, bei unveränderter Temperatur, durch Vermehrung des Druckes keine Zunahme erleidet, insofern dadurch eine entsprechende Menge von dem Dampfe flüssig wird, während bei den Gasen im engeren Sinne die Dichtigkeit in geradem Verhältnisse mit dem Drucke zunimmt, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen.

Durch starken Druck und Erkältung (Wärmeentziehung) können die Dämpfe ohne Ausnahme in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt werden; dasselbe ist auch mit einigen Gasen der Fall, andere dagegen behalten ihre elastischflüssige Form unter jedem Drucke und bei jeder Temperatur bei. Man nennt diese letzteren auch permanente, die ersteren unbeständige oder coërcibele Gase. Permanente Gase sind z. B. die wesentlichen Bestandtheile der atmosphärischen Luft, Stickgas und Sauerstoffgas; coërcibele Gase sind Kohlensäuregas, Chlorgas.

§ 5.

β. Tropfbarflüssige Körper. Die tropfbarflüssigen Körper erfüllen den Raum nur nach den Seiten hin, wo sie einen Druck ausüben. Sie zeigen ein Bestreben, den elastischflüssigen Zustand anzunehmen, oder mit anderen Worten, sich in Dampf zu verwandeln. Die Wirkung dieses Bestrebens wird Tension oder Spannkraft genannt und kann gemessen werden durch die Höhe der Quecksilbersäule, welcher dieser Dampf das Gleichgewicht hält. So ist der Druck des Wasserdampfes bei $+ 25^{\circ}$ C. = dem Drucke einer Quecksilbersäule von 10,2 Linien.

Durch Erhöhung der Temperatur wird das Bestreben der tropfbarflüssigen Körper, Gasform anzunehmen, gesteigert, bis endlich bei einem gewissen Temperaturgrade die Tension des sich aus ihm entwickelnden Dampfes den entgegenwirkenden atmosphärischen Druck überwindet, und der flüssige Körper sich vollständig in Dampf ver-

wandelt, wofern nur der Entweichung der sich bildenden Dämpfe kein Hinderniss in den Weg gelegt und die Zuführung von Wärme nicht unterbrochen wird. Dieses Uebergehen in den gasförmigen Zustand wird das Sieden oder Kochen und die dazu erforderliche Temperatur der Siede- oder Kochpunkt genannt. Letzterer ist für verschiedene Körper verschieden und steht in genauer Beziehung zur Grösse ihrer Tension. So siedet Alcohol, dessen Tension bei $+ 25^{\circ}$ die des Wassers um mehr als die Hälfte übersteigt, bei 79° ; Aether, dessen Tension bei derselben Temperatur 20 mal grösser ist, als die des Wassers, siedet bei 38° ; dagegen siedet Quecksilber erst bei 356° , woraus folgt, dass die Tension seines Dampfes sehr gering sein müsse.

Der Siedepunkt kann übrigens auch bei einem und demselben Körper verschiedene Veränderungen erleiden, je nachdem der Druck der atmosphärischen Luft auf das siedende Liquidum verschieden ist; denn in dem Maasse, als der atmosphärische Druck ab- oder zunimmt, fällt und steigt der Siedepunkt. Das Instrument, womit die Temperatur eines Körpers bestimmt wird, ist das Thermometer, dasjenige, mit dessen Hülfe man den atmosphärischen Druck misst, ist das Barometer. Die Verfertiger von Thermometern wählen zur Bestimmung des Kochpunkts des Wassers einen Barometerstand von 28 Pariser Zoll oder 348,1 Linien rheinl. Bei wenig verschiedenen Barometerständen bewirkt eine Verminderung des Luftdrucks von 1 Linie ein Fallen des Kochpunkts um etwa $\frac{1}{2}^{\circ}$ C.; bei sehr vermindertem Barometerstande ist aber die Aenderung grösser, so kocht in Quito, wo das Barometer $19\frac{1}{2}$ Zoll hoch steht, das Wasser bei 90° , auf dem Chimborazo unter $12\frac{1}{2}$ Zoll Luftdruck bei 79° . Unter der Luftpumpe, wo der Druck nur wenige Linien beträgt, kommt das Wasser schon bei $+ 25^{\circ}$ leicht zum Sieden.

Wird eine Flüssigkeit über ihren Siedepunkt erhitzt, was dadurch geschehen kann, dass man die Entweichung der sich bildenden Dämpfe verhindert, so nimmt die Spannkraft der Dämpfe, d. h. der Druck, welchen dieselben auf die einschliessende Umgebung ausüben, in raschem Maasse zu. Bei 150° erreicht sie schon den Druck von $4\frac{1}{2}$ Atmosphäre oder 126 Zoll Quecksilberhöhe, bei 200° ist sie gleich 35, bei $800^{\circ} = 5130$ Atmosphären. Der Druck einer Atmosphäre beträgt aber auf einer Pariser □ Zollfläche nahe 15 Pfund. Hierauf beruht im Wesentlichen die Anwendung der gespannten Dämpfe als drückende und bewegende Kraft. Neuerdings hat übrigens *Donni* auf den bis dahin noch nicht beachteten merkwürdigen Umstand aufmerksam gemacht, dass bei normalem Drucke der Siedepunkt einer Flüssigkeit weit über die gewöhnliche Temperatur sich steigern kann, und zwar durch blosser Wirkung der Flächenanziehung, d. h. der Adhäsion zwischen der Flüssigkeit und den Gefässwandungen, welche besonders dann bedeutsam sich zeigt, wenn die Flüssigkeit in Folge andauernder Erwärmung gasleer geworden ist. Wie beachtenswerth auch in pharmaceutischer Hinsicht diese Thatsache sei, werde ich bei der Destillation des Quecksilbers und der Schwefelsäure zu bemerken Gelegenheit haben.

§. 6.

γ. Starre Körper. Starre Körper sind solche, bei denen die Begrenzungsform nicht, wie bei den elastisch- und tropfbarflüssigen, von einer fortdauernd wirkenden äusseren Ursache abhängt, sondern selbstständig ist und bedingt wird durch eine, zwischen den sich unmittelbar berührenden kleinsten Theilen des starren Körpers, stattfindende Anziehung, die man auch Cohäsionskraft oder Zusammenhangsverwandtschaft nennt. Den Erfolg der Cohäsionskraft bezeichnet man mit dem Ausdrücke Cohärenz; diese ist aber bei verschiedenen Körpern verschieden, und ihre Stärke wird erkannt aus dem Widerstande, welchen die Körper einer Trennung ihrer Theile, einem Zerreißen oder Zerbrechen, durch mechanische oder wohl auch chemische Mittel entgegensetzen.

Von Cohäsion muss man Adhäsion wohl unterscheiden, denn wenn erstere vorzugsweise das Bestreben eines starren Körpers, in der Einheit seiner Masse zu beharren, ausdrückt, so bezeichnet die letztere mehr die Anziehung zwischen getrennten, sich aber möglichst nahe berührenden Massen, gleichviel ob gleichartiger oder ungleichartiger Körper. Die Adhäsionskraft ist mit derjenigen, welche man Flächenanziehung nennt, gleich und spielt besonders in der technischen Chemie eine wichtige Rolle. Die Wirksamkeit der Kohle und anderer Körper als entfärbende und scheidende Mittel, die Application der Farbstoffe auf die Zeuge beruhen im Wesentlichen darauf.

Eine besondere Erscheinungsweise des festen Aggregatzustandes ist die Krystallisation. Die Cohäsion nämlich oder die Anziehung zwischen den kleinsten gleichartigen Theilen des starren Körpers zeigt sich zuweilen nach gewissen Richtungen hin vorherrschend, und bestimmt dadurch die Anordnung dieser Theile zu einem regelmässig gestalteten Ganzen. Diese regelmässige Anordnung der kleinsten Theile giebt sich entweder durch die äussere Form, welche von gradlinigen, ebenen, unter gewissen Winkeln zusammenstossenden Flächen begrenzt erscheint, oder durch die innere, blättrige, strahlige oder fasrige Structur zu erkennen. Diejenigen Körper, bei denen sich die regelmässige Gestalt in der äusseren Begrenzung zeigt, heissen krystallisirte Körper oder Krystalle; diejenigen, welche die regelmässige Gestalt nicht in der äusseren Begrenzung, sondern nur in ihrem Innern durch die ganze Masse hindurchgehend zeigen, werden krystallinisch genannt. Körper, bei denen nichts von regelmässiger äusserer Form oder innerer Structur wahrgenommen werden kann, nennt man *amorph*, die Erscheinung selbst *Amorphismus*. Manche Körper haben eine so vorherrschende Tendenz, Krystallform anzunehmen, dass sie nur krystallinisch oder krystallisirt erscheinen, andere dagegen kommen nur in amorphem Zustande vor, so unter andern die Gummiarten, viele vegetabilische und mineralische Harze. Noch andere Körper können endlich willkürlich krystallinisch und *amorph* dargestellt werden, z. B. Schwefel, Schwefelantimon, Zucker. Der Uebergang aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand ist von beträchtlicher Wärmeentwicklung, nicht selten auch von Lichtentwicklung begleitet. Lässt man z. B. geschmolzenen Zucker

bis auf 38° C. abkühlen und zieht man ihn dann, während er noch weich und zähe ist, rasch und öfters aus, indem man ihn stets doppelt zusammenlegt, bis er endlich aus einer Masse von Fäden besteht: so steigt die Temperatur so hoch, dass sie der Hand unerträglich wird. Nach diesem Freiwerden von Wärme bildet der Zucker beim Abkühlen nicht mehr eine glasartige Masse, sondern er besteht dann aus kleinen Körnern von Perlglanz (*Graham*). Hat man eine glasartige (amorphe) arsenige Säure in Salzsäure heiss aufgelöst, so krystallisirt beim Erkalten ein sehr grosser Theil heraus, und zwar ist dies von starker Lichtentwicklung begleitet, wie man im Dunkeln sehr deutlich beobachten kann (*H. Rose*). In Folge dieser Wärmeentwicklung hat der krystallinisch gewordene Körper eine grössere Dichtigkeit, ein anderes Verhalten gegen die farbigen Lichtstrahlen, und eine grössere Cohärenz erlangt, wodurch seine Farbe eine andere geworden, und er auch in vielen Fällen die Befähigung gewonnen, der auflösenden Wirkung chemischer Agentien kräftiger zu widerstehen. Merkwürdig ist es, dass die Grundursache dieser Erscheinung, d. i. die Elimination von Wärmestoff, durch Wärme selbst in vielen Fällen herbeigeführt werden kann, indem man nämlich den Körper einer hohen Temperatur aussetzt, wo dann bei einem gewissen Zeitpunkte der Körper auf eine kurze Zeit in volles Glühen geräth und nun die erwähnten Modificationen seines chemischen und physischen Verhaltens darbietet (Eisenoxyd, Chromoxyd, Zirkonerde). Höchst wahrscheinlich ist hier die Wirkung der Wärme ganz dieselbe, wie die der Salzsäure in dem oben angeführten Beispiele. Beide veranlassen gleichsam eine Diffusion der kleinsten Theile des aufgelösten Körpers, wodurch sie eine freiere Beweglichkeit erlangen, die ihnen erlaubt, sich so zu ordnen, wie es dem einem jeden derselben inwohnenden eigenthümlichen Krystallisationsbestreben am angemessensten ist.

Die krystallinischen Körper, deren regelmässige Gestaltung sich nicht blos im Innern, sondern auch im Aeusseren offenbart, werden, wie schon erwähnt, Krystalle genannt. Die Krystallformen, unter denen sich die krystallisirbaren Körper gestalten, bieten die grösste Mannigfaltigkeit dar, doch lassen sie sich auf einige wenige Urverhältnisse, welche von der Gleichheit der Axen*) in Bezug auf Zahl, Lage und gegenseitige Grösse abgeleitet sind, zurückführen, von denen die übrigen alle abgeleitet werden können, und es ordnen sich in dieser Beziehung die krystallisirten Körper in mehrere streng getrennte Gruppen, deren einzelnen Gliedern das eine oder das andere Urverhältniss zum Grunde liegt. Man nennt diese Gruppen Krystallisations-Systeme, und unterscheidet gegenwärtig sechs, nämlich:

*) In einer jeden Form lassen sich gewisse Linien annehmen, die durch den Mittelpunkt derselben gehen, und um welche die Flächen symmetrisch vertheilt sind. Solche Linien nennt man Axen. Die Stellen, in welchen sich die Axen endigen, sind gleichförmige Ecken, oder die Mittelpunkte von Flächen oder von gleichförmigen Kanten, und nach der Beschaffenheit derselben unterscheidet man daher Eckenaxen, Flächenaxen und Kantenaxen. Die Axen heissen gleichartig, wenn die Stellen, an denen sie sich endigen, gleich, ungleichartig, wenn jene Stellen ungleich sind.

1) das reguläre oder gleichgliedrige (auch das tessularische oder tessulare genannt), dessen Formen durch drei Axen, die sämtlich untereinander gleichartig und rechtwinklig sind, sich auszeichnen, so z. B. der Würfel (Hexaëder oder Sechsfächner), das Oktaëder (Achtflächner) und dessen hemiëdrische*) Form, das Tetraëder oder Vierflächner, das Dodekaëder (Zwölfplächner), das Tetrakishexaëder oder Viermalsechsfächner (auch Pyramidenwürfel genannt) und dessen hemiëdrische Form das Pentagondodekaëder oder Halbviermalsechsfächner.

2) das zwei- und einaxige oder viergliedrige (auch das pyramidale und tetragonale genannt), dessen Formen durch drei Axen, von denen nur zwei untereinander gleichartig, alle aber untereinander rechtwinklig geneigt sind, sich auszeichnen, z. B. das Quadratoktaëder und dessen hemiëdrische Form das zwei- und einaxige Tetraëder.

3) das drei- und einaxige oder sechsgliedrige (auch rhomboëdrische und hexagonale genannt), ausgezeichnet durch vier Axen, von denen drei untereinander gleichartig sind, und sich unter Winkeln von 60° , die vierte ungleichartige aber rechtwinklig schneiden; es gehören dahin z. B. die Zweimalsechsfächner (die sechsseitigen Doppelpyramiden, Hexagondodekaëder) und deren hemiëdrische Formen die Halbzweimalsechsfächner (Hemidodekaëder, Rhomboëder).

4) das ein- und einaxige oder zweigliedrige (auch orthotype und rhombische genannt), charakterisirt durch drei Axen, die sämtlich ungleichartig, aber untereinander rechtwinklig geneigt sind, z. B. der Rhombenachtflächner und die Rhombensäule.

5) das zwei- und eingliedrige (auch das hemiorthotype und monoklinödrische genannt), dessen Formen charakterisirt sind durch drei Axen, die sämtlich ungleichartig sind, und von denen zwei untereinander schiefwinklig, beide aber gegen die dritte rechtwinklig geneigt sind, so z. B. die schiefe Rhombensäule.

6) das ein- und eingliedrige (auch das anorthotype und triklinödrische genannt), dessen Formen durch drei Axen, die sämtlich ungleichartig und untereinander schiefwinklig geneigt sind, z. B. die schiefe Rhomboëdsäule.

(Eine ausführliche und fassliche Belehrung über die verschiedenen Krystallformen der Körper findet man in den Elementen der Krystallographie von G. Rose. 2. Aufl. Berlin 1838.)

Zuweilen können Körper in verschiedenen, von einander unabhängigen, daher verschiedenen Krystallisations-Systemen angehörenden Formen krystallisiren. Man nennt solche Körper dimorph oder auch heteromorph (z. B. Schwefel, kohlenaurer Kalk). — Krystallisationsfähige Körper von ähnlicher stöchiometrischer Constitution haben gewöhnlich eine gleiche Krystallform, und werden daher in solchem Falle isomorph genannt. Die Erscheinung selbst heisst Isomorphie oder Isomorphismus (von ἴσος , gleich, und μορφή , Gestalt); Mitscherlich hat sie zuerst in ihrem Zusammenhange kennen

*) Viele einfache Formen erleiden nämlich zuweilen die eigenthümliche Veränderung, dass die halbe Anzahl ihrer Flächen, und in seltenen Fällen der vierte Theil derselben so gross wird, dass die übrigen ganz aus der Begränzung verschwinden, wodurch Formen entstehen, die nur die Hälfte oder ein Viertel der Flächen haben, als die ursprünglichen, und die man im Gegensatze dieser letztern hemiëdrische und tetraëdrische Formen (Hälftflächner oder Viertelfächner) wie diese homoëdrische Formen nennt.

gelehrt. Derselbe berühmte Naturforscher hat auch gezeigt, dass krystallisirte Körper, welche nicht zum regulären Krystallisationssysteme gehören, die eigenthümliche Erscheinung darbieten, dass sie beim Erwärmen nicht, wie sonst bei allen Körpern der Fall ist, nach allen Richtungen gleich, sondern in einer Richtung ihr Volum mehr verändern als in einer andern, daher auch das Zerspringen oder Verknistern vieler Krystalle beim Erwärmen. Das Verknistern des in Formen des regulären Systems krystallisirenden Kochsalzes wird durch eine andere Ursache bedingt.

§ 7.

c. Bezüglich ihrer Verhältnisse zur Wärme. Der Cohäsionskraft entgegen wirkt, wie aus dem vorhergehenden §. hervorgeht, die Wärme, und zwar in dem Maasse, dass durch allmählig gesteigerte Erwärmung aller Zusammenhang zwischen den kleinsten Theilen des starren Körpers so weit aufgehoben werden kann, dass derselbe tropfbarflüssig und endlich elastischflüssig wird. Doch giebt es auch Körper, welche bis dahin noch durch keine, noch so weit gesteigerte, Erhitzung haben geschmolzen oder verflüchtigt werden können. Man nennt diese Körper, zu denen unter andern Kohlenstoff, Bor, Kiesel und einige Metalle gehören, unerschmelzbar. Diejenige Temperatur, wobei starre Körper aus dem starren Zustande in den flüssigen übergehen, wird der Schmelzpunkt genannt; es ist derselbe für die einzelnen Körper eben so verschieden, als wie bei den flüssigen Körpern der Siedepunkt.

Die Wärmemengen, welche erfordert werden, um die Temperatur chemisch verschiedener Körper bis zu einem und demselben Punkte zu erheben, weichen untereinander ab; sie stehen in keiner bekannten Beziehung zu der Höhe des Siede- oder Schmelzpunkts der einzelnen Körper und werden nur bedingt durch das respective Fassungsvermögen der Körper für die Wärme, welches für einen jeden Körper ein verschiedenes sein kann. So wird die Wärmemenge, welche hinreicht, ein Pfund Quecksilber von 0° bis zu seinem Siedepunkte, d. h. bis zu 356° zu erhitzen, die Temperatur eines gleichen Gewichts Wassers nur bis zu etwa 11° erhöhen, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man 1 Pfund siedend heisses Quecksilber schnell mit 1 Pfund Wasser von bestimmter Temperatur vermischt. Man nennt dies die Wärmecapazität der Körper, und sagt mithin, dass das Wasser eine 33mal grössere Wärmecapazität besitze, als das Quecksilber. Die aufgenommene Wärme bezeichnet man als specifische Wärme und setzt, um einen vergleichenden Maassstab zu haben, die specifische Wärme des Wassers gleich 1. Die specifische Wärme des Quecksilbers, in Zahlen ausgedrückt, würde demnach den Werth von 0,03 haben; bezieht man aber die verschiedenen Wärmecapacitäten der einzelnen Körper nicht auf die Masse, sondern auf das Volum, oder, was dasselbe ist, nicht auf gleiche Gewichtstheile, sondern auf gleiche Raumtheile, so erhält man die relativen Wärmecapacitäten, welche sich auch ergeben, wenn die specifischen Wärmecapacitäten mit den respectiven specifi-

schen Gewichten multiplicirt werden, also bei Quecksilber $= 0,03 \times 13,5 = 0,44$, d. h. mit andern Worten: die Wärmemengen, welche erforderlich wären, um gleiche Maasstheile Wasser und Quecksilber bis zu 100° C. zu erhitzen, würden sich zueinander verhalten $= 100 : 44$.

Ändert ein Körper durch Zuführung von Wärme seine Aggregationsform, so absorbiert er dabei eine bestimmte Menge von der zugeführten Wärme, welche in chemische Vereinigung mit dem Körper tritt und nicht weiter, weder durch das Gefühl, noch mittelst des Thermometers, wahrgenommen werden kann. Man nennt diese absorbierte Wärme, deren Quantität für verschiedene Körper auch eine verschiedene ist, gebundene oder auch latente Wärme. Werden z. B. 1 Pfund Eis von 0° und 1 Pfund Wasser von 75° miteinander vermischt, so schmilzt das Eis und die flüssige Mischung zeigt am Thermometer 0° ; jene 75° Wärme sind also aufgewandt worden, um das Eis aus dem starren in den flüssigen Zustand überzuführen. Wird 1 Pfund fein geschabtes Wachs, dessen Temperatur 0° beträgt, mit 3 Pfund Wasser von 97° gemengt, so schmilzt das Wachs und die Mischung zeigt am Thermometer 67° ; es sind demnach 23° Wärme verschwunden oder latent geworden. Kehrt der flüssige Körper in den starren Zustand zurück, so wird diese gebundene Wärme wieder frei und kann durch das Gefühl oder an ihren erwärmenden Wirkungen wahrgenommen werden; denn mischt man 1 Pfund geschmolzenes Wachs von 67° mit 3 Pfund eiskaltem Wasser, so erstarrt das Wachs, und das Gemisch zeigt nicht $16,75^{\circ}$, sondern $22,75^{\circ}$ Temperatur. Uebergiesst man 1 Pfund fein geriebenes krystallisirtes Glaubersalz mit 2 Pfund Wasser von $+15^{\circ}$, so wird das Glaubersalz aufgelöst, aber gleichzeitig fällt auch die Temperatur des Gemisches bis nahe auf den Nullpunkt herab, was daher rührt, dass das starre Glaubersalz und das darin enthaltene starre Krystallwasser, um flüssig zu werden, eine gewisse Quantität Wärme bedürfen, welche sie den mit ihnen in Berührung kommenden Körpern entziehen. Uebergiesst man dagegen 1 Pfund wasserleeres zerfallenes Glaubersalz mit gleichviel Wasser ebenfalls von 15° Temperatur: so wird das Wasser starr, indem es vom Glaubersalz als Krystallisationswasser gebunden wird, und gleichzeitig entwickelt sich so viel Wärme, dass man das Gemisch kaum in der Hand zu halten vermag. Es wird also hier die gebundene Wärme des flüssigen Wassers zu freier Wärme und somit durch das Gefühl wahrnehmbar.

Bei dem Uebergange tropfbarflüssiger Körper in den dampfförmigen Zustand wird meistens sehr viel Wärme gebunden, und zwar um so mehr, je geringer die Dichtigkeit des entstehenden Gases. Das Wasser, welches unter den flüssigen Körpern den dünnsten Dampf erzeugt, bindet daher auch bei seiner Vergasung die meiste Wärme, nämlich gegen 550° , Alcohol und Aether weit weniger, und noch viel weniger Quecksilber, denn die Dichtigkeiten dieser Körper im elastisch-flüssigen Zustande verhalten sich zu der des Wasserdampfes wie 1,6; 2,6 und 7:0,62. In der That hat man auch gefunden, dass 1 Pfund siedend heisses Wasser $8\frac{1}{2}$ Pfund Eis von 0° zu schmelzen vermag; während bei Anwendung von Alcoholdampf die Menge des geschmolzenen Eises nur $\frac{1}{2}$ mal, bei Aether nur $\frac{1}{3}$ und bei Quecksilber $\frac{1}{5}$ so viel beträgt.

Die freie Wärme oder Temperatur eines Körpers wird zwar durch das Gefühl wahrgenommen, kann aber nur mittelst des Thermometers quantitativ genau bestimmt werden. Dieses Instrument selbst gründet sich auf die regelmässigen Veränderungen, welche die Wärme in den räumlichen Verhältnissen gewisser Körper veranlasst. Die Körper erleiden durch Erwärmung, ausser Schmelzung und Vergasung, noch eine dritte Veränderung, nämlich eine räumliche Ausdehnung, wobei übrigens der Aggregatzustand unverändert bleibt. Diese Ausdehnung ist nicht bei allen Körpern der Temperatur genau proportional, sondern wird gewöhnlich bei zunehmender Temperatur verhältnissmässig bedeutender. Am gleichförmigsten ist die Ausdehnung des Quecksilbers, wenigstens unter den flüssigen Körpern; man bedient sich daher gewöhnlich desselben zur Construction der Thermometer. Durch genaue Versuche hat man gefunden, dass das Quecksilber, wenn es in einer Glasröhre eingeschlossen aus gefrierendem in kochendes Wasser gebracht wird, eine Ausdehnung erleidet, welche $\frac{1}{55,5}$ von seinem ursprünglichen Raume beträgt; den niedrigsten Stand des Quecksilbers in der Röhre hat man daher Frost- oder Gefrierpunkt, auch Thaupunkt, und den höchsten Siedepunkt genannt, und den Abstand zwischen beiden in eine gewisse Anzahl Theile getheilt, die man Grade nennt. Da die Anzahl dieser Theile eine willkürliche ist, so sind auch verschiedene Eintheilungen üblich; die gewöhnlicheren sind die in 80, 100 und 180 Grade. Die erstere wird nach *Réaumur* (oder *Deluc*), die zweite nach *Celsius*, die dritte nach *Fahrenheit* genannt. *Réaumur* und *Celsius* bezeichnen den Gefrier- oder Schmelzpunkt des Wassers mit 0° , *Fahrenheit* dagegen mit $+ 32^\circ$, den Siedepunkt mit $32 + 180 = 212^\circ$; die Grade unter 0 werden bei allen Thermometern durch das Vorzeichen — (*minus*), die über 0 durch + (*plus*) unterschieden. Die Minusgrade der *Fahrenheit*'schen Skale beginnen natürlicherweise um so tiefer als bei *Réaumur* und *Celsius*, als 32 *Fahrenheit*'sche Grade *Réaumur*'sche und *Celsius*'sche Grade ausmachen, oder mit anderen Worten $0^\circ \text{ F. ist } = - 14,22^\circ \text{ R. oder } - 17,780^\circ \text{ C.}$ Die *Réaumur*'sche oder Octogesimalskale ist besonders in Deutschland, die *Celsius*'sche oder Centesimalskale in Frankreich und Schweden, die *Fahrenheit*'sche in England üblich.

Man verwandelt die *Réaumur*'schen Grade in *Celsius*'sche durch Multiplication mit 1,25, und umgekehrt die letzteren in die ersteren durch Division mit 1,25.

$$15^\circ \text{ R. sind demnach } = 15 \times 1,25 = 18,75^\circ \text{ C.}$$

$$22^\circ \text{ C.} \quad - \quad - \quad = \quad \frac{22}{1,25} = 17,6^\circ \text{ R.}$$

Um *Fahrenheit*'sche Grade in *Réaumur*'sche zu verwandeln, muss man die ersteren durch 2,25 dividiren und von dem Quotienten 14,22 abziehen, z. B.

$$65^\circ \text{ F.} = \left(\frac{65}{2,25} - 14,22 \right) = 14,67^\circ \text{ R.}$$

Sollen die *Fahrenheit*'schen Grade in Centesimalgrade verwandelt werden, so dividirt man mit 1,8 und subtrahirt dann 17,78, also:

$$65^\circ \text{ F.} = \left(\frac{65}{1,8} - 17,78 \right) = 18,33^\circ \text{ C.}$$

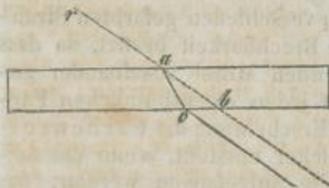
Will man umgekehrt Octogesimal- und Centesimalgrade in Fahrenheit'sche verwandeln, so müssen die ersteren mit 2,25, die zweiten mit 1,8 multiplicirt und zu dem gewonnenen Factor in beiden Fällen 32 addirt werden.

Da das Quecksilber bei $+356^{\circ}\text{C}$. kocht und bei -39°C . gefriert, so sind dies natürlicherweise die äussersten Gränzen der Brauchbarkeit eines Quecksilberthermometers. Um Temperaturen zu bestimmen, welche höher oder tiefer als diese beiden Punkte sind, bedient man sich des Luftthermometers, da diese Flüssigkeit unter keinen bis dahin gekannten Verhältnissen ihre Aggregationsform ändert und auch, wie alle permanent-elastischen Flüssigkeiten, eine der Temperaturzunahme oder Abnahme sehr genau proportionale Ausdehnung und Zusammenziehung erleidet, welche für jeden Grad der hunderttheiligen Skale $\frac{1}{100}$ des Volums bei 0° beträgt. Zur Bestimmung sehr niedriger Temperaturen gebraucht man auch Weingeistthermometer, und für sehr hohe die Pyrometer, unter denen die brauchbarsten im Wesentlichen aus Platinstangen bestehen, deren Verlängerungen durch die Bewegung eines Zeigers gemessen werden können. Wo schon Angabe beträchtlicher Temperaturdifferenzen genügt, da bezeichnet man dieselben nach der Intensität des Lichtes, das ein der Wärmeeinwirkung ausgesetzter Körper verbreitet, mit den Ausdrücken: Kirschrothglühhitze (400°C .), lichte Rothgluth (600°), Weissglühhitze (1000°).

§ 8.

d. Bezüglich ihrer Verhältnisse zum Lichte. Noch manche andere mehr oder weniger von der Aggregationsform oder Aggregationsweise (innerer Structur) abhängige Verschiedenheiten bieten die Körper in Bezug auf ihr Verhalten zum Lichte dar, dessen nähere Erörterung allerdings ganz in das Gebiet der Physik gehört, aber doch hier nicht ganz übergangen werden darf, insofern der Ausdruck dieses Verhaltens vielfach auch zur Charakterisirung der einzelnen Körper angewandt wird. — Licht bezeichnet dasjenige Etwas, welches wir als die Ursache des Sichtbarseins der Körper betrachten, daher nur durch das Auge wahrgenommen werden kann. Die Körper sind aber entweder selbst leuchtend oder erleuchtete; die ersteren haben die Quelle des Lichts in sich selbst, die letzteren sind an und für sich dunkel und erscheinen nur dadurch leuchtend, dass sie einen grössern oder geringern Theil des vom leuchtenden Körper empfangenen Lichtes wieder zurückgeben. Alle dunklen Körper können für eine gewisse Zeit selbst leuchtend gemacht werden, indem man sie gewissen Einflüssen unterwirft, und es wird dieses hervorgebrachte selbstständige Leuchten auf verschiedene Weise bezeichnet, je nach den dasselbe hervorbringenden oder begleitenden Umständen. Man nennt es z. B. Glühen, wenn es gleichzeitig von grosser Wärmeausstrahlung begleitet ist, Phosphorescenz, wenn die Lichtentwicklung von keiner wahrnehmbaren oder doch nur von sehr geringer Wärmeentwicklung begleitet ist. — Körper, welche dem Lichte den Durchgang verstaten, heissen durchsichtige, und die ihn unterbrechen, undurchsichtige.

Das von einem leuchtenden Körper ausgehende Licht verbreitet sich von diesem aus in divergirenden gradlinigen Strahlen in den Raum fort, so lange es in demselben Mittel verweilt. Geht aber ein Lichtstrahl aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes von abweichender Dichtigkeit oder anderer chemischer Beschaffenheit in schiefer Richtung über, so wird es mehr oder weniger von seinem ursprünglichen Weg abgelenkt, gebrochen, und zwar entweder nach der auf dem Einfallspunkte gedachten graden Linie hin, oder davon abwärts, je nachdem das ablenkende Mittel dichter, oder weniger dicht als das ursprüngliche Mittel, aus dem der Strahl kommt, ist,



Wenn z. B. der Lichtstrahl r durch die Luft geht und bei a schief auf eine Glasplatte fällt, so wird er hiernach dem Lothrechten zu gebrochen, und geht nun in der Richtung $a c$, anstatt in der Richtung $a b$ fortzugehen. Tritt der Strahl bei c aus dem Glase in die Luft, also in einen dünnern

Körper, so wird seine Richtung wieder abgeändert, und zwar in diesem Falle vom Lothrechten abwärts. Man nennt diese Ablenkung des Lichtes von seiner Richtung die Brechung desselben, und die Eigenschaft der Körper, das durch sie hindurchgehende Licht zu brechen, Brechungsvermögen, oder die lichtbrechende Kraft der Körper, wobei gewöhnlich als Maassstab der Vergleichung die lichtbrechende Kraft der Luft = 1 gesetzt wird. Der Betrag der Brechung ist im Allgemeinen der Dichtigkeit eines Körpers proportional, bei brennbaren Körpern ist indess das Brechungsvermögen weit stärker, als es nach ihrer Dichtigkeit sein müsste; daher brechen z. B. Diamant, geschmolzener Phosphor, Bergnaphta und Wasserstoffgas das Licht stärker als andere durchsichtige Körper*). Der senkrecht in ein durchsichtiges Medium eindringende Strahl geht ungebrochen durch. Gewisse durchsichtige Körper, so alle Krystalle,

*) Wollaston benutzte das Brechungsvermögen einiger Körper zur Erforschung ihrer Reinheit; bezeichnete er z. B. das Brechungsvermögen des reinen Nelkenöls durch die Zahl 1535, so ergab sich das Brechungsvermögen eines unreinen Nelkenöls zu 1498, also viel geringer. — So wünschenswerth es übrigens wäre, in diesen und andern ähnlichen Fällen, wo die Chemie meistens nur zweideutige und mangelhafte Mittel zur Erkennung der Aechtheit und Güte der natürlichen organischen Erzeugnisse liefert, sichere aus dem physischen Verhalten dieser Körper entnommene Kennzeichen zu besitzen, so vorsichtig muss man doch in der Anwendung desselben sein, so lange sie nicht von allen Seiten geprüft worden sind. Eine solche allseitige Prüfung auch des physischen Verhaltens dieser Körper zum Licht wäre aber um so interessanter, als in letztern Zeiten durch die analytischen Untersuchungen von Blanchet und Sell nachgewiesen worden ist, dass nicht allein viele isolirte ätherische Oele eine und dieselbe materielle, aber mit abweichenden physischen und chemischen Eigenschaften begabte Grundlage haben, sondern dass auch viele derselben selbst nur natürliche Gemenge aus mehreren gleichartig zusammengesetzten (isomerischen) Oelen von abweichenden physischen und chemischen Verhalten sind, deren relative Quantitäten je nach den Witterungs- und Culturverhältnissen verschieden ausfallen können, wodurch aber auch andererseits Schwankungen in dem physischen wie in dem chemischen Verhalten des natürlichen Gemenges veranlasst werden dürften.

welche nicht zum regulären Krystallisationssysteme gehören, und mehre nicht krystallinische organische Materien brechen die Lichtstrahlen doppelt, d. h. jeder Lichtstrahl, der sie trifft, wird beim Eintritt in dieselben in zwei gespalten, davon einer sich nach der verlängerten Richtung des einfallenden Strahles fortbewegt, der andere mit diesem einen Winkel bildet. Man nennt diese Erscheinung die doppelte Strahlenbrechung, und der rhomboidale Kalkspath, welcher sie am deutlichsten zeigt, heisst daher auch Doppelspath.

Die Brechung des farblosen Lichtes bei seinem Durchgang durch einen durchsichtigen farblosen Körper giebt uns ein Mittel an die Hand, es in seine Bestandtheile zu zerlegen. Der farblose Lichtstrahl besteht nämlich aus mehreren einzelnen verschiedenen gefärbten Strahlen, von denen jeder eine verschiedene Brechbarkeit besitzt, so dass sie beim Heraustritt aus einem brechenden Mittel auseinander gerückt werden und nun unter der einem jeden eigenthümlichen Färbung isolirt erscheinen. Man nennt diese Erscheinung die Farbenzerstreuung, und den farbigen Fleck, welcher entsteht, wenn die farbigen Strahlen von einer weissen Fläche aufgefangen werden, das Farbenbild. Diese Farben sind nach der Reihenfolge ihrer Brechbarkeit roth, orange, gelb, grün, blau (indig), violett; man nennt sie auch prismatische Farben, weil ein gläsernes Prisma die Erscheinung der Farbenzerstreuung am ausgezeichnetsten zeigt.

Aus dieser Zerlegung des farblosen Lichtes in verschiedenartig gefärbtes hat man gefolgert und durch mannigfaltige Versuche bewiesen, dass die Farben, unter denen die natürlichen Körper unsern Sinnen sich darbieten, nicht in etwas den Körpern Eigenthümlichem bestehen, sondern abhängig sind von dem auf dieselben fallenden Lichte, gegen dessen ungleichartige Bestandtheile die verschiedenen Körper verschiedene Grade der Anziehung äussern, wodurch es geschieht, dass einige von ihnen mehr oder weniger vollständig verschluckt oder hindurch gelassen, andere zurückgeworfen werden und in uns durch den Sinn des Gesichts die Empfindung der verschiedenen Farben erregen. Dieses verschiedene Verhalten der Körper zu den farbigen Bestandtheilen des farblosen Lichtes ist übrigens nicht bloß abhängig von der chemischen Beschaffenheit der Körper, sondern auch von ihrer Structur, woher es auch kommt, dass ein und derselbe chemische Körper unter sehr abweichenden Färbungen dem Gesichtssinne sich darbieten kann, so z. B. Jod- und Schwefelquecksilber, Schwefelantimon und Eisenoxyd.

Licht, welches unter einem gewissen Winkel reflectirt ist, eben so auch doppelt gebrochenes Licht, hat neue Eigenschaften erlangt, welche es von dem gewöhnlichen Lichte, das unmittelbar von leuchtenden Körpern ausstrahlt, unterscheiden. *Malus*, der Entdecker dieser Erscheinung, hat das also modificirte Licht polarisirtes Licht genannt, indem nämlich gewisse Eigenschaften, die es angenommen hat, anzuzeigen scheinen, dass seine Strahlen wie eine Magnethadel Stellen (Pole) haben, die mit eigenthümlichen Kräften begabt sind. Zu diesen neu angenommenen Eigenschaften gehört auch folgendes Phänomen, welches insofern ein chemisches Interesse

besitzt, als es von *Biot* ursprünglich als Reagens empfohlen wurde, um die Gegenwart oder Abwesenheit gewisser der gewöhnlichsten Bestandtheile der Pflanzensäfte, wie z. B. Rohrzucker, Traubenzucker, Gummi, zu entdecken, und es auch Veranlassung zur Benennung einer gegenwärtig als Heilmittel angewandten Substanz, des Dextrins, gegeben hat. Lässt man durch Reflection von einem schwarzen Spiegel polarisirtes Licht durch die Luft und von da durch eine Turmalinscheibe gehen, deren ebene Flächen mit der Krystallaxe dieses Minerals parallel sind, und betrachtet den Spiegel durch die Turmalinscheibe, während man diese umdreht, so sieht man nach $\frac{1}{4}$ Umdrehung, dass alles Licht absorbirt und das Feld dunkel ist; nach noch $\frac{1}{4}$ Umdrehung wird es wieder klar, nach einer andern $\frac{1}{4}$ Umdrehung dunkel, und zuletzt, wenn die Scheibe in ihre erste Richtung kommt, wird es wieder klar. Lässt man das Licht, anstatt durch die Luft, durch eine Flüssigkeit gehen, so bieten sich gewisse Veränderungen dieses Phänomens dar, je nach der Individualität der angewandten Flüssigkeit. Statt dass das Licht durch $\frac{1}{4}$ Drehung verschwindet, entstehen schöne Regenbogenfarben, die in einer gewissen Ordnung einander folgen, und dabei findet der Umstand statt, dass diese Ordnung entsteht bei einer Substanz, wenn die Turmalinscheibe nach Rechts, bei einer andern, wenn sie nach Links gedreht wird, und man sagt, dass die Polarisationsebene nach Rechts oder nach Links gewendet werde, je nachdem durch Drehen nach Rechts oder nach Links in dem eintretenden Farbenwechsel eine gewisse Ordnung entsteht. Die Anzahl der Grade, um welche die Turmalinscheibe gedreht werden muss, um die Entstehung einer gewissen Farbe zu veranlassen, ist für verschiedene Substanzen verschieden; so verhält sich z. B. das Drehungsvermögen des Dextrins zu der des Zuckers = 100 : 43. Auch hat die Concentration der Flüssigkeit Einfluss darauf, so dass *Biot* Anfangs glaubte, dieses Verhalten zur Ausmittelung des Zuckergehaltes in Flüssigkeiten, wie z. B. im Runkelrübensaft, anwenden zu können, und zu diesem Behufe eine Tabelle construirte, worauf die Anzahl von Graden, um die der Turmalin zur Hervorbringung derselben Wirkung gedreht werden müsste, die Anzahl von Procenten an Zuckergehalt in der Flüssigkeit anzeigen sollte. Dies erwies sich aber bald als unzulässig (vgl. *Annal. d. Pharm.* IX. 145, wo eine leichtfassliche, durch Abbildung erläuterte Darstellung des in Rede stehenden Phänomens gegeben ist).

§ 9.

e. Bezüglich ihres absoluten Gewichts. Die Menge der Materie, welche einen gegebenen Raum erfüllt, wird die Masse, und der erfüllte Raum das Volum des Körpers genannt. Die Masse eines Körpers wird nach seinem Gewicht d. h. nach dem Drucke, den es auf seine horizontale Unterlage vermöge seiner Schwere oder seines Bestrebens, sich in Folge der Anziehungskraft der Erde dieser zu nähern, ausübt, geschätzt, und wird hierbei keine Rücksicht auf die Größe des vom Körper eingenommenen Raumes genommen, so heisst das

gefundene Gewicht das absolute Gewicht des Körpers. Dieses bestimmt man dadurch, dass man ein beliebiges Gewicht als Einheit annimmt, und mittelst Abwägens findet, wie vielmal diese Einheit in dem zu untersuchenden Gewichte enthalten ist.

In physikalischen und chemischen Schriften bedient man sich meistens der französischen oder metrischen Maass- und Gewichtsbestimmungen. Diesem Maass- und Gewichtssysteme liegt nämlich ein Längenmaass zum Grunde, welches *Mètre* (Meter) genannt wird, und von der Grösse der Erde hergenommen ist, denn dessen Länge soll gleich sein dem zehn millionsten Theile eines nördlichen Erdmeridianquadranten oder 443,2956 Pariser Linien ältern französischen Maasses. Durch Multiplication und Division mit 10, 100, 1000 werden Ueber- und Unterabtheilungen des Meters gebildet, und durch Vorsezung im ersten Falle von griechischen, im zweiten von lateinischen Zahlwörtern bezeichnet. So bedeutet Dekameter 10, Hektometer 100, Kilometer 1000, Decimeter $\frac{1}{10}$, Centimeter $\frac{1}{100}$ und Millimeter $\frac{1}{1000}$ Meter. — Das Gewicht eines Kubikcentimeters (d. h. eines Würfels, dessen jede Seite ein Quadratcentimeter Fläche hat) Wassers bei 4,1° C. im luftleeren Raume gewogen, bildet unter dem Namen *Gramme* die Grundeinheit des Gewichtes, dessen Ueber- und Unterabtheilungen in ähnlicher Weise wie beim Meter gebildet und bezeichnet werden, als: Dekagramme = 10, Hektogramme = 100, Kilogramme = 1000, Decigramme = $\frac{1}{10}$, Centigramme = $\frac{1}{100}$, Milligramme = $\frac{1}{1000}$ Gramme. Die Einheit des Hohl- oder Kubikmaasses heisst *Litre* (Liter), und ist ein hohler Würfel, dessen jede Seite 10 Centimeter hat, daher 1000 Kubikcentimeter oder 1000 Grammen Wasser fast,

In Preussen wurde durch eine Verordnung vom 16. Mai 1816 der 66ste Theil des Gewichtes eines preussischen oder rheinländischen Kubikfusses destillirten Wassers im luftleeren Raume*) und bei + 15° R. gewogen, unter dem Namen *Pfund* als Einheit des Gewichtes, die Länge des Fusses aber = der Länge von 139,13 Pa-

*) Durch die gewöhnlichen Wägungen in der Luft erfährt man nämlich streng genommen nicht das wahre absolute Gewicht der Körper, denn jeder Körper verliert, wenn er in irgend einem Medium gewogen wird, so viel von seinem absoluten Gewicht, als das Gewicht eines seinem Volum gleichen Volums dieses Mediums, folglich hier der Luft, beträgt, *minus* jedoch den Gewichtsverlust, welchen das Gewichtsstück bei der Wägung ebenfalls selbst erleidet. Da nun eine Wägung im luftleeren Raume nicht möglich ist, so muss das Resultat einer solchen Wägung durch Rechnung aus dem Resultate der Wägung in der Luft ermittelt werden. Z. B. der gewogene Körper sei 1 Kubikfuss Wasser, und das Gewichtsstück bestehe aus Messing, dessen spezifisches Gewicht 7,8 betrage. Man habe bei der Wägung in der Luft das Gewicht des Wassers einer gewissen Grösse entsprechend gefunden, so muss natürlicher Weise diese Grösse um so viel weniger als die wirkliche Grösse betragen, als 1 Kubikfuss Luft bei 15° R. wiegt, nämlich 2,68448 Loth, wofern man keine Rücksicht auf den Gewichtsverlust des Gewichtsstückes nehmen wollte. Aber dies darf bei genauer Wägung nicht vernachlässigt werden, folglich dürfen zu der gefundenen Grösse nicht ganz 2,68448 Loth, sondern 2,68448 Loth *minus* das Gewicht einer dem Volum des messingenen Gewichtes entsprechenden Volums Luft addirt werden. Dieses letztere Gewicht ergiebt sich aber, wenn das spec. Gewicht des Messings, oder des als Gegengewicht dienenden Materials überhaupt, mit 770 (dem spec. Gew. des Wassers im Verhältniss zur Luft) multiplicirt und mit dem Factor dann in 2,68448 dividirt wird.

riser Linien oder 313,79 Millimeter festgesetzt, und derselbe in 12 Zoll zu 12 Linien getheilt, woraus hervorgeht, dass der Kubikfuss 12, 12, 12 = 1728 Kubikzoll enthält, und ein Kubikzoll Wasser bei + 15° R, 293,33 Grane (= 17,864 Grammen) wiegen müsse. Der Raum, den 64 Kubikzoll Wasser einnehmen, bildet unter dem Namen Preussisches Quart die Einheit des Maasses, und es wiegt demnach 1 Quart reines Wasser bei + 15° R. $293\frac{1}{3} \times 64$ Grane oder 39 Unzen 57 Grane, wozu aber eigentlich beim Wägen in der Luft ungefähr $\frac{1}{800}$ des Ganzen, oder 22 Grane addirt werden müssen. Ein Preussisches bürgerliches Pfund enthält 7680 Grane oder 467,71131 Gramme; ein Medicinalpfund = $\frac{3}{4}$ Pfund bürgerlichen Gewichts = 5760 Grane, = 350,78348 Grammen.

Demnach ist:

1 Meter	=	3,186199	Pr.Fuss oder 38,23 Pr. Zoll.
- Decimeter	=	3,82349	- Zoll.
- Centimeter	=	4,58813	- Linien.
- Millimeter	=	0,4588	- -
- Gramme	=	16,4204	- Gramme.
- Decigramme	=	1,64204	- -
- Centigramme	=	0,164204	- -
- Milligramme	=	0,0164204	- -
- Dekagramme	=	164,204	- -
- Hektogramme	=	1642,040	- -
- Kilogramme	=	16420,400	- - oder 2,138 Preuss. Pfund oder 34 Unzen 103 $\frac{1}{2}$ Preuss. Grane Medicinalgewichts. 1 Liter ist = 0,87338 Preuss. Quart oder = 55,89367 Preuss. Kubikzoll, 100 Preuss. Quart = 114,5 Liter.

Der Wiener Fuss ist etwas grösser als der Preussische, nämlich = 316,1 Millimeter, und wird ebenfalls eingetheilt in 12 Zoll zu 12 Linien. Ein Wiener Pfund gleicht 560,0122 Grammen, das Medicinalpfund ist ebenfalls um $\frac{1}{4}$ kleiner und gleicht demnach 420 Grammen, 1 Gramme ist aber = 13,714 Grane des Wiener Gewichts. Ein Wiener Kubikzoll Wasser wiegt bei + 4,1° C. im Vacuo 18,285 Grammen oder 250,56 Wiener Grane, 1 Kubikfuss also 56 Pf. 12 Loth 172,18 Grane, und ein Wiener Maass = 2 Pf. 16 Loth 197 Grane Wiener Gew. — Der Baiersche Fuss mit Duodecimaleintheilung ist = 0,29186 Meter; der Württembergische Fuss mit Decimaleintheilung = 0,28649 Meter; der Schwedische Fuss mit Decimaleintheilung = 0,296877 Meter, 1 Meter also = 33,6812 Decimalzoll, und es wiegt ein Schwedischer Decimalkubikzoll Wasser bei 4, 1° C. im Vacuo demnach 26,145 Grane; 1 Schwedische Kanne = 100 Decimalkubikzoll. Der Englische Fuss mit Duodecimaleintheilung ist = 0,3047946 Meter, 1 Meter also = 39,37 Englische Zoll und 1 Englischer Kubikzoll Wasser bei + 4, 1° C. im Vacuo = 16,387 Gramme. Eine englische Gallone ist = 4,543 Liter oder = $3\frac{3}{4}$ Preussische Quart. Der Russische Fuss ist ebenfalls in 12 Zoll, der Zoll aber in 10 Linien eingetheilt, sonst aber vollkommen dem Englischen gleich. Die Einheit des Russischen Gewichtes ist das Pfund, welches dem Gewichte von 25 Kubikzoll destillirtem

Wasser bei $+ 10^{\circ}$ C. und 30 Zoll Barometerstand gleich sein soll, und sonach sehr nahe $409\frac{1}{2}$ Grammen entspricht. Es wird in 32 Loth zu 3 Solotnik eingetheilt. Als Normalmaass für Flüssigkeiten ist in Russland das Wedro zu betrachten, welches gesetzlich 740 Kubikzoll reines Wasser bei $+ 10^{\circ}$ C. und 30 Zoll Barometerstand beträgt, also 30 Russische Pfunde. 1 Wedro ist = 12,29 Litern. Es wird in 10 Stofe zu 10 Tscharken getheilt. Ueber das speciellere Verhältniss der verschiedenen Medicinalgewichte zum Preussischen vergleiche man die beigegebene Tabelle.

§ 10.

f. Bezüglich ihres specifischen Gewichts.

Das Verhältniss der Masse oder des absoluten Gewichtes eines Körpers zu seinem Volum giebt die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht des Körpers zu erkennen. Jemehr Masse oder wiegende Theile von einem Körper in einen gegebenen Raum gehen, desto dichter ist derselbe, oder desto grösser ist sein specifisches Gewicht. Dichtigkeit oder specifisches Gewicht sind aber relative Begriffe. Man kann daher nicht von dem specifischen Gewichte eines Körpers an sich, sondern nur in Vergleichung mit dem eines andern sprechen. Es ist angenommen worden, das Volum und das specifische Gewicht des Wassers = 1, und als Einheit zu setzen, und darnach giebt man gewöhnlich die specifischen Gewichte der festen und flüssigen Körper an. Für die in viel höherem Grade ausgedehnten gasförmigen Körper nimmt man das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft oder auch des Sauerstoffgases als Einheit an. Indem aber die Wärme alle Körper ausdehnt, somit ihr specifisches Gewicht im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem Volum vermindert, so ist es auch zur genauen Bestimmung des specifischen Gewichts nothwendig, dabei von einer bestimmten Temperatur auszugehen, und man wählt hierzu bei Anwendung der 100theiligen Scala für feste und flüssige Körper gewöhnlich die Temperatur von $+ 4,1^{\circ}$, weil bei eben dieser Temperatur das Wasser die grösste Dichtigkeit besitzt. Wenn aber zur Zeit des Versuchs diese Temperatur nicht stattfindet, wie es mehrentheils der Fall sein dürfte, so ist es nothwendig, der Angabe der gefundenen Resultate entweder die zur Zeit herrschende Temperatur beizufügen, oder das gefundene Resultat auf die Normaltemperatur zurückzuführen.

Zur Erforschung des spec. Gewichts der Körper befolgt man verschiedene Methoden, je nach der Beschaffenheit des fraglichen Körpers, nämlich:

a. Feste, in Wasser unlösliche oder nicht merklich lösliche Körper.

a. Schwerer als Wasser und cohärent.

Man bestimmt das absolute Gewicht des Körpers, wiegt ihn dann in Wasser, bestimmt den Gewichtsverlust, und dividirt damit in das absolute Gewicht, nachdem man jedoch zuvor zu diesem absoluten Gewichte $\frac{1}{770}$ von jenem Gewichtsverluste zugerechnet hat*).

*) Soviel beträgt nämlich das Gewicht eines dem Volum des gewogenen Körpers gleichkommenden Volums Luft, und somit auch die Grösse, um welche das absolute

β. Leichter als Wasser und cohärent.

Wenn der Körper leichter ist als Wasser, daher in diesem nicht untersinkt, so befestigt man ihn an einen schweren Körper, dessen Gewichtsverlust beim Abwägen in Wasser man zuvor ermittelt, zieht diesen dann vom gesammten Gewichtsverlust ab, und verfährt mit dem Reste wie oben.

γ. Pulverig.

Man nimmt ein Glasgefäß, welches eine bestimmte und bekannte Gewichtsmenge Wasser fasst, setzt es auf eine Tarirwage, schüttet eine beliebige Menge von dem pulverigen Körper hinein, bestimmt dessen absolutes Gewicht, füllt nun den übrigen Raum des Gefäßes mit Wasser voll, und dividirt mit dem *minus* des Wassergehaltes in das absolute Gewicht des pulverigen Körpers. Diese Methode ist jedoch nicht sehr genau, wegen der dem Körper adhärenenden Luft.

b. Im Wasser lösliche Körper.

Man verfährt wie unter *a* angegeben, nur dass man die Abwägung nicht in Wasser, sondern in Weingeist oder Terpentinöl von bekanntem spec. Gewicht ausführt, das absolute Gewicht des gewogenen Körpers dann mit dem spec. Gewicht der Flüssigkeit multiplicirt, und endlich den erhaltenen Factor mit dem Gewichtsverlust dividirt.

c. Flüssige Körper.

Zur Bestimmung des spec. Gewichts von tropfbaren Flüssigkeiten bedient man sich entweder eines 1000 Gr. Wasser haltenden Fläschchens, eines Gewichts- oder Volumareometers, oder auch, in Ermangelung aller dieser Instrumente, eines Glaswürfels, Glaspfropfens, oder einer Glaskugel, welche man mittelst eines möglich feinen Gold- oder Platindrahts an die Schale einer gutziehenden Wage befestigt. Man bestimmt zuerst das absolute Gewicht des Glaskörpers, dann den Gewichtsverlust beim Abwägen in Wasser, endlich den Gewichtsverlust in der zu prüfenden Flüssigkeit und dividirt zuletzt mit dem ersten Gewichtsverlust in den letztern.

(Eine ausführliche fassliche Erläuterung der Principien, welche der Bestimmung des spec. Gewichts der Körper zur Grundlage dienen, sowie der hierbei vorkommenden durch die abweichenden Temperatur- und Druckverhältnisse bedingte Correctionen findet man in *Otto's* trefflicher deutscher Bearbeitung von *Graham's* Lehrbuch der Chemie.)

§ 11.

g. Bezüglich ihrer Die natürlich vorkommenden oder durch Kunst *Nichtzerlegbarkeit* gewonnenen Körper sind entweder zerlegbar in Theile, *oder Zerlegbarkeit*, welche einander materiell unähnlich sind, oder sie sind bis dahin noch keiner solchen Zerlegung fähig befunden worden. Diese letzteren werden einfache oder richtiger unzerlegte Körper (Elemente), die ersteren zusammengesetzte Körper genannt.

Gewicht des gewogenen Körpers kleiner befunden wurde als es wirklich ist, wobei allerdings auf den Gewichtsverlust des Gewichtstückes nicht Rücksicht genommen ist, welcher verhältnissmäßig auch nur wenig beträgt.

§ 12.

a. Unzerlegte oder einfache Körper. 60—62. Einige derselben bieten die merkwürdige Erscheinung dar, dass sie unter denselben äussern Verhältnissen in mehreren durchaus verschiedenen Zuständen sich gestalten können, und diese verschiedene Eigenthümlichkeiten auch in viele Verbindungen, die sie mit andern Körpern eingehen, übertragen. Man bezeichnet diese Erscheinung mit dem Namen Allotropie, von *ἄλλοτροπος*, anders beschaffen; Beispiele der Art bieten u. a. Kohlenstoff, Kiesel, Schwefel.

§ 13.

β. Zerlegbare oder zusammengesetzte Körper. Die zerlegbaren oder zusammengesetzten Körper sind weit zahlreicher und werden zunächst unterschieden in mechanische Gemenge und chemische Verbindungen. In den Gemengen lassen sich in den häufigsten Fällen schon durch den Sinn des Gesichts die einzelnen ungleichartigen Gemengtheile erkennen und nicht selten schon auch durch einfache mechanische Mittel von einander scheiden. — Bei den chemischen Verbindungen ist diess nie der Fall.

In den Gemengen findet nie ein constantes procentisches Verhältniss zwischen den einzelnen Gemengtheilen statt, sondern es kann dieses mannigfaltige Abweichungen darbieten, ohne nothwendiger Weise eine Verschiedenheit der Species zu veranlassen. — Bei den chemischen Verbindungen stellen die relativen Quantitäts-Verhältnisse der Bestandtheile constante Grössen dar; jede Abweichung veranlasst die Entstehung eines neuen Körpers,

Die Eigenschaften von Gemengen lassen sich a priori aus den bekannten Eigenschaften der Gemengtheile ableiten, da sie aus diesen zusammengesetzt sind, während bei chemischen Verbindungen dies nie der Fall ist, und sehr oft die Eigenschaften dieser letztern denen der Bestandtheile durchaus entgegengesetzt sind. Eine chemische Verbindung ist daher durchaus ein neuer Körper, dessen Eigenthümlichkeiten nur auf dem Wege des Experiments sich erkennen lassen.

§ 14.

Eintheilung der einfachen Körper.

Wiewohl alle Stoffe, die zu einer Verbindung zusammentreten, auf die Eigenthümlichkeiten der letztern einen Einfluss ausüben, so ist diess doch in verschiedenen Graden der Fall: der eine Bestandtheil trägt mehr dazu bei, der Verbindung ihren bestimmten allgemeinen physikalischen Charakter zu ertheilen; der eine ist formender als der andere, welcher mehr als Grundlage dient. Man hat demnach in einer chemischen Verbindung einen activen und einen passiven Bestandtheil zu unterscheiden, und letzterer wird gewöhnlich das Radical genannt. Von dem erstern Bestandtheil ist der Name

der Gattung, zu welcher die Verbindung gehört, von dem letztern der Name der Art abgeleitet. Mit alleiniger Ausnahme des Sauerstoffes und des Fluors, welche in allen Verbindungen, die sie mit anderen Körpern eingehen, stets nur als formende Bestandtheile sich verhalten, können die chemischen Elemente in ihren wechselseitigen Verbindungen bald die eine bald die andere Stelle einnehmen, je nach der Art des zweiten Bestandtheiles. Nichts desto weniger lassen sich doch die unzerlegten Körper in 3 Gruppen theilen, je nach der Stelle, welche sie in ihren zahlreichen Verbindungen einnehmen. Die eine Gruppe bilden die Ametalle oder Oxygenoide, die zweite die Metalloide, die dritte die Metalle.

Die Ametalle oder Oxygenoide stellen in den Verbindungen, welche sie mit den Metallen und Metalloiden eingehen, stets das formende oder active Element dar. Sie sind vorzugsweise Säureerzeuger (daher der Name Oxygenoide).

Die Metalloide zeigen sich nur als Träger der Säuerung und sind ausserdem als Radicalbilder ausgezeichnet, d. h. sie erzeugen, indem sie sich unter einander vereinigen, Körper, welche in ihrem chemischen Verhalten die Metalle oder Ametalle nachahmen, und welche man daher zusammengesetzte Säureerzeuger und zusammengesetzte Radicale nennt.

Die Metalle verhalten sich in ihren Verbindungen mit den Gliedern der ersten und zweiten Gruppe passiv und bilden in diesen Verbindungen die Grundlage, und zwar treten sie sowohl als Basen — als auch als Säuregrundlagen auf. Ersteres ist am häufigsten der Fall, daher man auch die Metalle vorzugsweise Basenbilder nennt.

Nachstehend folgt eine kurze Charakteristik der zur Zeit bekannten einfachen Stoffe.

§ 15.

Oxygenoide.

a. Säure- und Basenerzeuger (Corpora amphigenia).

Sauerstoff (Oxygenium). Farbloses, geruch- und geschmackloses Gas. Spec. Gew. 1,1057. In der Natur sehr verbreitet; frei als Gemengtheil der Luft (23 Proc.), Leben und Verbrennung in dieser bedingend; Bestandtheil des Wassers (88,9 Proc.). Von *Scheele* und *Priestley* 1774 erkannt und Feuer- und Lebensluft genannt, von *Lavoisier* für einen wesentlichen Bestandtheil aller Säuren gehalten und deshalb Oxygenium, Sauerstoff, genannt von ὄξύς, scharf, sauer, und γένναο, ich erzeuge. O = 100 oder = 8.

Fluor. In reiner Form noch unbekannt. Nicht sehr häufig, am häufigsten in Verbindung mit Calcium in dem seit langer Zeit bekannten und als flussförderndes Mittel bei gewissen hüttenmännischen Processen angewandten Flussspath (Spathum fluorium), woher der Name Fluor, für welchen *Ampère* die Bezeichnung Phthor vorschlug, von φθορία, zerstörend, weil es das Material jeglichen Gefässes angreift. F = 235,43 oder = 18,7.

Schwefel (Sulfur, *θεῖον*). Tritt in mehreren allotropischen Zuständen auf. Krystallisirt und zwar i und laxig (rhombisch) in durchscheinenden, hellgel-

ben, wachsglänzenden, rhombischen Oktaëdern (Alpha-Schwefel, S_α); oder 2 und Igliedrig (monoklinisch), in durchscheinenden, bräunlichgelben, schiefen rhombischen Säulen (Beta-Schwefel, S_β); amorph, als weiche, zähe, braune, durchscheinende Masse (Gamma-Schwefel, S_γ). Spec. Gew. von S_α 2,066, von S_β 1,962, von S_γ 1,987. Schmilzt bei ungefähr 112°C ., siedet bei ungefähr 400°C .; der Dampf (von S_γ) rothgelb. Spec. Gew. 6,634, von $S_\alpha = 2,211$. — Brennbar. — Sehr verbreitet; frei und verbunden mit andern Elementen vorkommend; mit den Metallen die Kiese, Glanzen, und Blenden der Mineralogen bildend. Seit den ältesten Zeiten bekannt. $S = 200$ oder $= 16$.

Selen. Starr, roth oder bleigrau. Spec. Gew. 4,32. Schmilzt etwas über 100° , siedet bei ungefähr 700°C .; der Dampf gelb, nach faulem Rettig riechend, brennbar. Sehr selten, Begleiter des Schwefels, dem es sehr gleicht. Von *Berzelius* 1817 entdeckt. Der Name von $\sigma\epsilon\lambda\eta\eta\eta\eta$, Mond, weil es auch ein gewöhnlicher Begleiter des Tellurs (von tellus) ist. $Se = 494,58$ oder $= 39,6$.

β , mit den basenbildenden Metallen keine Basen, sondern neutrale, salzähnliche, Verbindungen erzeugend (Corpora halogenia).

Chlor. Grünlichgelbes ($\chi\lambda\omega\rho\omicron\varsigma$, hiervon der Name), eigenthümlich riechendes, verdichtbares Gas. Spec. Gew. 2,44. In Wasser wenig löslich. Zerstört Farben und Gerüche, unathembar, nicht brennbar, ziemlich häufig, jedoch nie frei; vorzüglich in Verbindung mit Natrium im Kochsalz. Von *Scheele* 1774 zuerst dargestellt; von *Gay-Lussac*, *Thénard* und *H. Davy* 1809 und 1810 zuerst als einfacher Körper erkannt. $Cl = 442,65$ oder $= 35,4$.

Brom. Dunkelbraunrothe Flüssigkeit, von eigenthümlichem höchst unangenehm, dem des Chlors ähnlichem Geruch, zerstört auch, wie dieses, Farben und Gerüche, etwas mehr in Wasser löslich. Spec. Gew. 3. Erstarrt bei 25°C ., siedet bei 47°C . Der Dampf ist dunkelorange-roth, unathembar, nicht brennbar, spec. Gew. 5,393. Selten, nie frei, in Verbindung mit Natrium und Magnesium als Begleiter des Kochsalzes. Von *Balard* 1826 im Meerwasser entdeckt. Der Name von $\beta\rho\omicron\mu\omicron\varsigma$, übler Geruch. $Br = 978,31$ oder $= 78,2$.

Iod. Starr, krystallisirt (rhombisches Oktaëder), dunkelgrau, metallischglänzend, spec. Gew. sehr nahe 5, von dem Chlor ähnlichem Geruch, aber schwächer, in Wasser sehr wenig löslich. Schmilzt bei 107°C ., siedet bei 180°C . Der Dampf ist prachtvoll violett, daher der Name, von $\iota\omicron\delta\iota\omicron\nu$, das Veilchen. Spec. Gew. 8,7011. Sehr selten, nie frei, begleitet das Kochsalz in ähnlicher Weise wie Brom. Von *Courtois* 1811 entdeckt. $I = 1580,92$ oder $= 126,5$.

Metalloide.

Wasserstoff (Hydrogenium). Farbloses, geruch- und geschmackloses, nicht verdichtbares Gas. Spec. Gew. 0,0691, also $14\frac{1}{2}$ mal leichter als die Luft. Brennbar, nicht giftig. Sehr verbreitet, aber nie frei, mit Sauerstoff das Wasser bildend, daher der Name, von $\u03bd\delta\omega\omicron$, Wasser, und $\gamma\epsilon\nu\nu\acute{\alpha}\omega$, ich erzeuge. Von *Cavendish* und *Watt* 1781 entdeckt und wegen seiner Brennbarkeit brennbare Luft genannt. $H = 12,5$ oder $= 1$.

Stickstoff (Nitrogenium). Farbloses, geruch- und geschmackloses, nicht verdichtbares Gas. Spec. Gew. 0,972. Nicht brennbar, nicht giftig. Sehr verbreitet,

vorherrschender Gemengtheit der Luft (77 Proc.), aber ohne Antheil an deren lebenerhaltender Function, daher der von *Lavoisier* gegebene Name Azot, von ζωή, Leben, und α priv. Bestandtheil des Salpeters (νίτρον), daher der Name Nitrogen. Von *Rutherford* entdeckt. N = 175 oder = 14.

Kohlenstoff (Carbonium). Tritt frei in verschiedenen allotropischen Zuständen auf. Krystallisirt und zwar in Oktaedern als Diamant (Alpha-Kohlenstoff, Cα), oder sechsgliedrig (3 und 1 axig, hexagonal) als Graphit (Beta-Kohlenstoff, Cβ); nicht krystallisirt (amorph) als Kohle (Gamma-Kohlenstoff, Cγ). Ausserdem sehr verbreitet in Verbindungen, besonders mit Sauerstoff als Kohlensäure, und in den organischen Körpern, von denen es einen nie fehlenden Bestandtheil ausmacht. In allen Zuständen höchst feuerbeständig, brennbar. Spec. Gew. als Diamant 3,5, als Graphit 1,8 — 2,09. Der Name von Carbo (Kohle) abgeleitet. C = 75 oder = 6.

Phosphor. Starr, farblos und durchsichtig, oder weiss, roth oder schwarz und durchscheinend oder undurchsichtig, wahrscheinlich durch verschiedene allotropische Zustände (Pα, Pβ, Pγ) bedingt. Krystallisirbar in Rhombendodekaedern. Der gewöhnliche gelblichweisse amorphe besitzt ein spec. Gew. = 2,089, schmilzt bei 40° C, siedet bei 290°, verdampft aber schon bei gewöhnlicher Temperatur etwas, riecht knoblauchartig, höchst leicht entzündlich und brennbar, giftig. Leuchtet im Dunkeln, daher der Name von φῶς, Licht, und φέρω, ich trage. Nie frei, aber in Verbindungen sehr verbreitet, besonders im Mineralreiche und zwar im Zustande von phosphorsauren Salzen. Von *Brandt* in Hamburg 1669 entdeckt. P = 392 oder 31,4.

Kiesel (Silicium). Starr, dunkelbraunrothes Pulver ohne Metallglanz. Spec. Gew. über 1,850. Feuerbeständig, brennbar, aber in verschiedenem Grade, je nachdem es einer hohen Temperatur ausgesetzt gewesen oder nicht, wobei es wahrscheinlich in einen allotropischen Zustand übergeht. Sehr häufig, aber ausschliesslich in Verbindung mit Sauerstoff als Kieselsäure, wovon der Kieselstein (Silix) eine Art des Vorkommens ist, daher der Name. Von *Berzelius* wurde es zuerst 1823 frei dargestellt. Si = 277,31 oder 22,2.

Bor. Starr, dunkelgünlichbraunes Pulver. Spec. Gew. grösser als 1,850, höchst feuerbeständig, brennbar. Selten, nicht frei, nur in Verbindung mit Sauerstoff als Borsäure, daher der Name. Von *Davy*, *Gay-Lussac* und *Thénard* 1807 und 1808 zuerst frei dargestellt. Bo = 136,2 oder = 10,9.

Metalle.

Die Benennung „Metalle“ soll nach der Angabe von *Plinius* aus dem Griechischen abstammen und sich darauf beziehen, dass das Vorkommen eines Metalls nie vereinzelt ist, sondern dass die Gänge derselben hintereinander, μετ' ἄλλα, gefunden werden. Bei der grossen Anzahl (48) bis jetzt bekannter Metalle ist es bei denselben noch mehr als bei den Nichtmetallen nothwendig, sie in gewisse Gruppen zu theilen, deren Glieder in gewissen gemeinsamen Eigenthümlichkeiten übereinstimmen, welche entweder von dem physischen oder dem chemischen Verhalten abgeleitet sind, nämlich:

A. Leichtmetalle.

(Leichter oder höchstens 4mal schwerer als Wasser.)

α. Alkalimetalle,

(zersetzen das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, geben mit Sauerstoff ein in Wasser lösliches Oxyd (Alkali), dessen Auflösung scharf schmeckt, Curcume bräunt, Veilchensaft grünt u. s. w.)

Kalium (Potassium). Zinnweiss, weich, bei 0° spröde, krystallinisch. Spec. Gew. 0,865, schmilzt bei 55° C, verdampft in Rothglühhitze, Dampf grün; leicht entzündlich, sogar in Wasser. Ziemlich häufig, nie frei, meist oxydirt als Kali in Verbindung mit Säuren, besonders Kieselsäure in den Feldspathgesteinen. Von *Davy* 1807 zuerst dargestellt aus dem sogenannten Aetzkali (Kalihydrat), daher der Name. $K = 490$ oder $= 39,2$.

Natrium (Sodium). Dem Kalium äusserlich ähnlich. Spec. Gew. 0,972, schmilzt bei 90° C, bedarf zur Verdampfung ebenfalls einer höheren Temperatur, leicht entzündlich, auch im Wasser; häufig, nie frei, meist mit Chlor verbunden im Kochsalz, auch häufig oxydirt als Natron in Verbindung mit Säuren, besonders Kiesel-, Schwefel- und Kohlensäure. Die kohlensaure Verbindung führte ehemals den Namen Natron, wovon Natrium abgeleitet. Von *Davy* 1807 zuerst dargestellt, $Na = 291$ oder $= 23,3$.

Lithium. Den beiden vorhergehenden ähnlich. Sehr selten, nie frei, oxydirt in Verbindung mit Kieselsäure im Petalit, Spodumen und Lepidolith, worin es 1817 von *Arfvedson* entdeckt wurde. Der Name von *λίθος*, Stein, weil seine Verbindungen bis jetzt nur im Mineral- oder Steinreich angetroffen worden sind. $Li = 80,37$ oder $6,4$.

Baryum. Silberweiss, etwas dehnbar, schmilzt vor dem Glühen, schwerflüchtig. Nicht sehr häufig, nur in Verbindung mit Sauerstoff als Baryt, besonders in Verbindung mit Schwefelsäure im Schwerspath (Spathum ponderosum), daher der Name, woraus zuerst *Scheele* 1774 den Baryt abschied und ihn als einen neuen Körper erkennend, Schwererde (Terra ponderosa), wegen seines hohen Spec. Gew., nannte. Das Baryum stellte zuerst *Davy* 1805 dar. $Ba = 856,88$ oder $= 68,6$.

Strontium. Dem Baryum ähnlich, aber schwerer schmelzbar. Noch seltener, nie frei, immer oxydirt, besonders in Verbindung mit Schwefelsäure im Coelestin und Strontianit, daher der Name, worin es von *Hape* 1792 entdeckt wurde. Das Metall von *Davy* dargestellt. $Sr = 547,3$ oder $= 43,8$.

Calcium. Den beiden vorhergehenden ähnlich und ebenfalls von *Davy* zuerst dargestellt. Sehr häufig, aber nie frei, meistens mit Sauerstoff in Verbindung mit Säuren, besonders mit Kohlensäure im Kalkstein, daher der Name. $Ca = 250$ oder $= 20$.

Magnesium (Talkium). Von *Bussy* 1829 dargestellt. Silberweiss, stark glänzend, hämmerbar. Ziemlich häufig, nie frei, meistens oxydirt als Magnesia, daher der Name, besonders in Verbindung mit Kohlensäure, und Kieselsäure im Talk, deren Eigenthümlichkeit 1755 von *Black* dargethan wurde. $Mg = 158,35$ oder $12,7$.

β. Erdmetalle

(zersetzen das Wasser erst bei Siedehitze, liefern mit Sauerstoff ein in Wasser unlösliches, daher geschmackloses Oxyd, Erde).

Aluminium (Argillium). Von *Wöhler* 1828 zuerst abgeschieden. Graues Pulver, unter dem Polirstahl zinnweissen Metallglanz annehmend. Sehr häufig,

aber nur mit Sauerstoff verbunden als Alaunerde, besonders im Alaun, daher der Name, und im Thon, wurde zuerst von *Margraf* 1754 als eigenthümlich unterschieden. Al = 171,17 oder 13,7.

Beryllium (Glycium). Von *Wöhler* 1828 zuerst abgeschieden. Schwarzgraues Pulver, unter dem Polirstahl dunkeln Metallglanz annehmend. Sehr selten, nie frei, nur oxydirt mit Kieselsäure verbunden als Beryllerde im Beryll (daher der Name) und Smaragd, und als solche 1798 von *Vauquelin* entdeckt. Be = 87,12 oder 6,5.

Zirconium. Von *Berzelius* 1824 dargestellt. Schwarzes Pulver, unter dem Polirstahl Eisenglanz annehmend. Sehr selten, nur oxydirt als Zirkonerde mit Kieselsäure verbunden im Zirkon, (daher der Name), welche zuerst 1789 von *Klaproth* als eigenthümlich erkannt wurde. Zr = 420,20 oder 33,6.

Norium. Gewisse Zirkone, besonders die Norwegischen, enthalten, nach *L. Swanberg*, ausser Zirkonerde noch eine andere von dieser und den übrigen bekannten Erden verschiedene Erde, welche er *Norerde* und deren Radical *Norium*, von *Nore*, dem Genius von Norwegen, genannt hat. — Ausserdem hat noch derselbe in einem andern zirkonerdehaltigen Mineral, dem Eudialith, ausser Ceroyd und dessen Begleitern, zwei andere Oxyde oder Erden, denen er noch keine Namen gegeben hat, gefunden.

Thorium. Von *Berzelius* 1828 entdeckt und abgeschieden. Dunkelbleigraues Pulver. Sehr selten, nie frei, nur oxydirt als Thorerde in Verbindung mit Kieselsäure im Thorit (daher der Name) und Pyrochlor. Th. = 745 oder = 59,6.

Yttrium, *Terbium*, *Erbium*. *Gadolin* entdeckte 1794 in einem Mineral von Ytterby in Schweden, dem Ytterit (Gadolinit), eine eigenthümliche Erde, welche er Yttererde nannte. *Wöhler* stellt deraus 1828 ein Metall in metallglänzenden Schuppen dar. Neuerlichst hat *Mosander* gezeigt, dass diese Yttererde ein Gemeng ist von drei verschiedenen basischen Oxyden; dem Metall des am meisten basischen Oxyds hat er den Namen Yttrium gelassen, dem Metalle des weniger basischen Oxyds aber den Namen Terbium, des am wenigsten basischen Oxyds den Namen Erbium gegeben.

B. Schwer- oder Ermetalle.

(4- bis 23mal schwerer als Wasser.)

α. Basische Schwermetalle,

(welche mit Sauerstoff vorzugsweise Basen erzeugen.)

Cer, *Lanthan*, *Didym*. *Klaproth*, *Berzelius* und *Hisinger* entdeckten 1803 gleichzeitig in einem Mineral der Bastnäs-Grube, bei Riddarhytta, in Westmanland, ein neues Oxyd, welches der erste wegen der bräunlichen Farbe Ochroit-erde ($\alpha\chi\rho\omicron\omicron$, bräunlich gelb), die letzteren aber Ceroyd, nach dem eben entdeckten Planet Ceres nannten. Das Mineral erhielt den Namen Cerit. Das aus dem Oxyd dargestellte Metall war dunkelchocoladebraun, pulverförmig, unter dem Polirstahl Metallglanz annehmend. *Mosander* wies 1839 nach, dass dieses Ceroyd noch ein anderes Oxyd enthalte, welches er Lanthanoxyd nannte, das Metall Lanthan (von $\lambda\alpha\nu\theta\alpha\nu\epsilon\iota\nu$ verborgen sein, weil es so lange übersehen worden war), und kurz darauf fand er noch ein drittes Oxyd, welchem er den Namen Didymoxyd gab, von $\delta\iota\delta\upsilon\mu\omicron\iota$ Zwillinge.

Zink. Wird bereits im 16. Jahrhundert von *Paracelsus* erwähnt. Bläulich

weiss, stark glänzend, von grossblättrigem Gefüge; bei gewöhnlicher Temperatur brüchig, zwischen 100 und 150° C. sehr zähe und völlig geschmeidig. Spec. Gew. 6,8 bis 7,2; dehnt sich beim Erwärmen mehr als irgend ein anderes Metall aus, schmilzt bei 412°, siedet in Weissglühhitze, und lässt sich destilliren. Ziemlich häufig, nie frei, mit Sauerstoff und Säuren (Galmei) oder mit Schwefel (Blende) verbunden. Zn = 412,5 oder 33.

Cadmium. 1818 von *Herrmann* und *Stromeyer* gleichzeitig im Galmei (*καδμεια* der Alten, daher der Name) entdeckt. Weiss, zähe, ziemlich weich und geschmeidig. Spec. Gew. 6,8, leichter schmelzbar und weit flüchtiger als Zink. Selten, nie frei, meistens oxydirt, aber auch geschwefelt. Cd = 696,77 oder 55,8.

Blei. Seit den ältesten Zeiten bekannt. Stark glänzend, sehr weich und geschmeidig. Spec. Gew. 11,4; schmilzt bei 322°. Nicht selten, meistens in Verbindung mit Schwefel (Bleiglanz) und Sauerstoff. Pb = 1294,5 oder 103,7.

Wismuth. 1546 zuerst von *Agricola* vom Blei unterschieden. Röthlichweiss, spröde, wenig hart, leicht krystallisirend (Würfel). Spec. Gew. 9,8; schmilzt bei 246°, giebt mit Zinn und Blei leichter schmelzbare Legirungen. Nicht häufig, meistens gediegen oder durch Schwefel vererzt (Wismuthglanz). Bi = 1330,3 oder 106.

Uran. Von *Klaproth* 1789 entdeckt und nach dem Planeten Uranus benannt, 1840 von *Péligot* rein dargestellt. Silberglänzend, etwas hämmerbar; sehr schwer schmelzbar. Selten, nur in Verbindung mit Sauerstoff, besonders in der Pechblende als Uranoxyd-oxydul. U = 750 oder = 60.

Kobalt. Von *Brandt* 1733 metallisch dargestellt, stahlgrau, stark glänzend, hart und spröde, attractorisch. Spec. Gew. 8,7; schmilzt in Weissglühhitze. Nicht häufig, meistens in Verbindung mit Arsen (Speiskobalt) und Schwefel (Kobaltkies), seltner mit Sauerstoff in Verbindung mit Säuren. Dient besonders zur Fabrication der Smalte. Co = 367 oder = 29,5.

Nickel. Im Jahre 1751 von *Cronstedt* im Kupfernickel (Schwefelnickel) entdeckt. Silberweiss, geschmeidig, sehr schwer schmelzend, attractorisch. Spec. Gew. 8,8. Nicht häufig, meistens in Verbindung mit Arsen und Schwefel; selten in den Meteorsteinen fehlend. Dient zur Fabrication des Neusilbers. Ni = 360,68 oder 29,6.

Kupfer. Seit den ältesten Zeiten bekannt. Rothbraun, stark glänzend, sehr geschmeidig, schmilzt in Weissglühhitze, verbrennt mit grüner Farbe. Spec. Gew. 8,8 — 8,9. Nicht selten, gediegen, noch häufiger in Verbindung mit Schwefel und Sauerstoff; auch im Pflanzenreiche spurweis vorkommend. In älteren Zeiten war die Insel Cypern berühmt durch ihren Kupferbergbau, daher der Name (aes cyprium). Cu = 395,7 oder 31,7.

Quecksilber. Sehr lange bekannt. Silberweiss, flüchtig. Spec. Gew. 13,56. erstarrt bei - 39°, siedet bei + 356°, ziemlich selten, nur im Mineralreiche, theils frei, theils mit Schwefel verbunden. Hg = 1250 oder = 100.

Silber. Seit den ältesten Zeiten bekannt. Sehr weiss und stark glänzend, sehr geschmeidig. Spec. Gew. 10,47 — 10,60, ziemlich strengflüssig. Nicht häufig, nur im Mineralreiche, theils frei, theils vererzt. Ag = 1350 oder = 108.

Platin. Zuerst 1741 von *Wood* aus Amerika nach Europa gebracht und 1762 von *Scheffer* als eigenthümliches Metall erkannt und beschrieben. Der Name ist von *Platina*, das Diminutivum vom spanischen Worte *Plata*, Silber. Grauweiss, sehr geschmeidig. Spec. Gew. 21,4 — 21,5. In Weissglühhitze schweisbar, im heftigsten Essenfeuer für sich unerschmelzbar. Selten und gediegen, aber meistens

mit kleinen Beimischungen von Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium, Eisen und Kupfer. Pt = 1233,5 oder = 98,8.

Palladium. Von *Wollaston* 1803 entdeckt und nach dem Planeten Pallas benannt. Im Aeusseren dem Platin höchst ähnlich. minder streng flüssig. Spec. Gew. 11,8 — 12,0. Sehr selten, Begleiter des Platin's. Pd = 665,9 oder = 53,3.

Iridium. Von *Tennant* 1803 entdeckt. Silberweiss, stark glänzend, nicht schweisssbar, auch im Sauerstoffgasgebläse unschmelzbar. Spec. Gew. 18,65 — 23,5. Sehr selten, Begleiter des Platin's. Der Name ist von Iris, Regenbogen, abgeleitet, wegen des sehr ausgezeichneten Farbenwechsels einiger seiner Auflösungen. Ir = 1233,5 oder 98,8.

Rhodium. Von *Wollaston* 1804 entdeckt und wegen der sehr schönen rothen Farbe einiger seiner Verbindungen also genannt. Silberweiss, spröde, sehr hart, nicht schweisssbar, noch strengflüssiger als Platin. Spec. Gew. 11,0, Begleiter des Platin's, sehr selten, Rd = 651,4 oder 52,1.

Ruthenium. In neuester Zeit von *Claus* in Kasan in den Platinrückständen entdeckt. Weissgrau, metallglänzend.

β. Säurebildende Schwermetalle

(welche mit Sauerstoff kein Oxyd mit deutlich ausgeprägtem basischem Verhalten, wohl aber Säuren bilden).

Gold. Sehr lange bekannt. Gelb, höchst geschmeidig, strengflüssig. Spec. Gew. 19,2 — 19,36. Sehr verbreitet, aber nur sparsam vorkommend, nur gediegen, theils frei, theils mit andern Metallen legirt. Au = 1243 oder = 99,6.

Osmium. 1803 von *Tennant* entdeckt und wegen des heftigen Geruches einer seiner Verbindungen mit Sauerstoff, der Osmiumsäure, also genannt (von *οσμή*, Geruch). Bläulichgrauweisse Farbe, spröde, unschmelzbar. Spec. Gew. 10,0. Sehr selten, Begleiter des Platin's. Os = 1244,5 oder = 99,7.

Tellur. 1782 von *Müller von Reichenstein* in siebenbürgischen Golderzen entdeckt und 1798 von *Klaproth* ausser Zweifel gesetzt und benannt. In Farbe, Glanz, Gefüge, Gewicht und Schmelzbarkeit dem Antimon ähnlich; in starker Rothglühhitze destillirbar, der Dampf entzündet sich an der Luft und brennt mit blauer Flamme. Sehr selten, gediegen und in Verbindung mit andern Metallen. Te = 802,12 oder 64,2.

Arsen. Schon lange bekannt, regulinisch aber erst im 16ten Jahrhundert. Stahlgrau, stark glänzend, von blättrig-krystallinischem Gefüge, sehr weich und spröde. Spec. Gew. 5,8. Verflüchtigt sich bei 180° ohne zu schmelzen, riecht dabei nach Knoblauch. Nicht selten, sowohl frei, als auch mit andern Metallen, Schwefel und Sauerstoff verbunden. As = 470 oder 37,6.

Antimon. Schon lange bekannt, aber erst gegen Ende des 15ten Jahrhunderts von *Basilius Valentinus* regulinisch dargestellt; silberweiss, mässig hart, sehr spröde, von blättrigem krystallinischem Gefüge. Spec. Gew. 6,8; schmilzt bei 425°, destillirt in Weissglühhitze über. Nicht selten, sowohl frei, als auch mit andern Metallen und besonders mit Schwefel verbunden. Sb = 806,45 oder 64,6.

Titän. 1791 von *Gregor* im Titaneisen (Menakan, titansaures Eisenoxydul) und 1794 von *Klaproth* im Rutil (Titansäure) entdeckt. Krystallisirt, kupferroth, stark glänzend, spröde. Spec. Gew. 5,2 — 5,3, höchst streng flüssig. Sehr selten, nie frei, nur in Verbindung mit Sauerstoff. Ti = 303,66 oder 24,3.

Tantal (Columbium). 1801 von *Hatchett* in einem Mineral aus Columbia in Amerika und 1802 von *Ekeberg* in zwei vorher unbekanntem Mineralien,

dem Tantalit (tantalsaures Eisen- und Manganoxydul) und dem Yttrotantalit (tantalsäure Yttererde mit Eisen und Uranoxyd), entdeckt. Schwarzes metallisches Pulver, unerschmelzbar; sehr selten, nur in Verbindung mit Sauerstoff $\text{Ta} = 1153,72$ oder $92,4$.

Niobium und *Pelopium*. Neuerlichst hat *Rose* gezeigt, dass die aus dem Tantalit von Bodenmais in Bayern dargestellte Tantalsäure ausser dieser noch zwei andere Säuren enthält, die sich in verschiedenen ihrer Eigenschaften wesentlich von der Tantalsäure unterscheiden. Das Radical der einen dieser Säuren hat er *Niobium* (von Niobe, der Tochter des Tantalus), das Radical der andern *Pelopium* (von Pelops, dem Sohne des Tantalus) genannt.

Wolfram. (Scheele.) Von den Brüdern *d'Elhuyart* zuerst metallisch dargestellt aus der von *Scheele* 1784 in dem mit dem Namen Wolfram, auch Tungstein, bezeichneten Mineral (wolframsaure Kalkerde) entdeckten Wolfram- oder Tungsteinsäure. Eisengrau, spröde, sehr hart. Spec. Gew. 17,6; höchst streng flüssig. Selten, nur in Verbindung mit Sauerstoff. $\text{Wo} = 1183$ oder $94,8$.

γ. Amphotere Schwermetalle

(welche in Verbindung mit Sauerstoff wohl charakterisirte Basen und Säuren liefern).

Zinn. Seit den ältesten Zeiten bekannt. Weiss, sehr weich, sehr geschmeidig, leicht schmelzbar (228°C.), sehr schwer flüchtig. Spec. Gew. 7,3. Nicht selten, nie gediegen, meistens in Verbindung mit Sauerstoff (Zinnstein), seltener mit Schwefel (Zinnkies). $\text{Sn} = 735,3$ oder $= 58,9$.

Molybdän. Von *Scheele* 1778 als Bestandtheil eines bis dahin mit dem Graphit verwechselten Minerals, dem er den griechischen Namen des Graphits ($\mu\omicron\lambda\upsilon\beta\delta\alpha\iota\nu\alpha$) beilegte, entdeckt und von *Hjelm* zuerst metallisch dargestellt. Weiss, stark glänzend, spröde. Spec. Gew. 8,6. Sehr schwer schmelzbar. Sehr selten, nie frei, sondern mit Sauerstoff, z. B. im Gelbbleierz (molybdänsaures Bleioxyd), und noch häufiger mit Schwefel, z. B. im *Scheele'schen* Molybdän (Molybdänglanz oder Schwefelmolybdän), verbunden $\text{Mo} = 598,52$ oder $= 47,9$.

Vanadin 1801 von *del Rio* im Bleierz von Zimapan (vanadinsaures Bleioxyd) entdeckt und Erithronium genannt, aber wieder aufgegeben. 1830 von *Sefström* als Bestandtheil eines schwedischen Stabeisens entdeckt und von *Wöhler* als identisch mit *del Rio's* Erithronium erkannt, von *Berzelius* erforscht, und nach einer scandinavischen Gottheit (Vanadis) Vanadium genannt. Weiss, spröde, höchst schwierig schmelzbar. Sehr selten, nie frei, meistens oxydirt. $\text{Va} = 855,84$ oder $= 68,6$.

Chrom Von *Vauquelin* 1797 im sibirischen Röthbleierz (chromsaures Bleioxyd) entdeckt und nach dem griechischen Worte $\chi\rho\omicron\mu\alpha$, Farbe, benannt, weil es mehre schön gefärbte Verbindungen liefert. Weissgrau, sehr hart, spröde. Spec. Gew. zwischen 5 und 6, im Essenfeuer kaum schmelzbar, nicht selten, nie frei, sondern nur in Verbindung mit Sauerstoff, vorzüglich im Chromeisen (Chromoxyd-Eisenoxydul), auch im Serpentin enthalten. $\text{Cr} = 328$ oder $26,3$.

Mangan. Von *Gahn* zuerst in metallischer Form dargestellt aus dem zuerst von *Scheele* als eine eigenthümliche Erde beschriebenen Braunstein Grauweiss, wenig glänzend, härter als Stahl, sehr spröde. Spec. Gew. 8,0; höchst schwer schmelzbar. Sehr verbreitet, nie frei, meistens in Verbindung mit Sauerstoff, vorzüglich im Braunstein, der *Magnesia nigra* der alten Chemiker (daher der Name), gewöhnlicher Begleiter des folgenden, auch im Pflanzenreiche, aber seltener im Thierreiche. $\text{Mn} = 345,9$ oder $27,7$.

Eisen. Grau, sehr zähe, hämmerbar. Spec. Gew. 7,8, wird in Glühhitze weich, lässt sich schweißen, schmilzt sehr schwierig, wird vom Magnet gezogen. Sehr verbreitet, selten frei als Gedieneisen und Meteoreisen, meistens in Verbindung mit Sauerstoff und Schwefel, auch im Thier- und Pflanzenreich heimisch. Seit den ältesten Zeiten bekannt. $Fe = 358$ oder $= 28$.

§ 16.

Mischungsverhältnisse der zusammengesetzten Körper.

Die chemische Vereinigung der einfachen Körper unter einander zu zusammengesetzten findet, wie schon in § 13 angedeutet, in bestimmten unveränderlichen, ziemlich einfachen Volum- und Gewichtsverhältnissen statt, welche sämmtlich in genauer Beziehung zu einander stehen, so dass, wenn die quantitative Verbindungsreihe des einen Körpers bekannt ist, die der übrigen sich daraus leicht ableiten lassen. Wird hierbei das Mischungsverhältniss des einen Körpers durch eine gewisse Zahl ausgedrückt, die Verbindungsverhältnisse aller übrigen Körper aber auf diese Zahl bezogen, so ergeben sich hieraus bestimmte Zahlenwerthe für diese verschiedenen Verhältnisse. Z. B.

Im Wasser sind die einzelnen Elemente, Wasserstoff und Sauerstoff, in solchem unveränderlichen Verhältnisse enthalten, dass auf 1 Volum Sauerstoffgas 2 Volume Wasserstoffgas kommen, wird daher ein Volum Wasserstoffgas durch H, ein Volum Sauerstoffgas durch O bezeichnet: so erhält man als bildlichen Ausdruck für das Wasser als zusammengesetzten Körper $2 H + O$ oder kürzer H^2O . Diese Werthe, welche sich hier auf Raumverhältnisse beziehen, würden für Gewichtsverhältnisse dieselben sein, wenn Wasserstoffgas und Sauerstoffgas einerlei specifisches Gewicht besässen, d. h. wenn in einem und demselben Raume gleichviele Gewichtsmengen von beiden Körpern aufgenommen würden; aber dies ist nicht der Fall, da das Wasserstoffgas 16mal leichter ist, als das Sauerstoffgas. Wird daher letzteres als Grundlage angenommen, und sein Werth (d. h. der Werth von O) $= 100$ gesetzt, so ergibt sich der Werth von H $= \frac{100}{16}$ oder 6,25, und H^2O bedeutet also, in auf Gewichtstheile sich beziehenden Zahlen angedrückt, eine Verbindung aus $6,25 \times 2$ oder 12,5 Wasserstoff und 100 Sauerstoff.

Verbinden sich 2 Vol. Wasserstoffgas oder, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, 12,5 Gewichtstheile Wasserstoff, anstatt mit Sauerstoff, mit so viel Chlor, als erforderlich ist, um, wie im Wasser, alle Eigenthümlichkeiten des Wasserstoffes zu vernichten, so muss die zur Erreichung dieses Erfolges nöthige Menge Chlor aequivalent oder gleichwerthig sein einem Volum Sauerstoffgas oder 100 Gewichtstheilen Sauerstoff. Nun hat man aber gefunden, dass, wenn von beiden Gasen gleiche Maasstheile zusammengebracht werden, das ganze Gemisch unter den gewöhnlichen Erscheinungen der chemischen Vereinigung zu Chlorwasserstoff oder Salzsäure wird, ohne dass von dem einen oder von dem anderen etwas übrig bleibt, was sogleich der Fall ist, wenn das eine oder das andere Gas in einem gleiche

Maasstheile überwiegenden Verhältnisse angewandt wird. Hieraus folgt, dass die einem Volum Sauerstoffgas entsprechende Volummenge Chlorgas doppelt so viel oder 2 Volume betragen, der bildliche Ausdruck für Salzsäure daher H^2Cl^2 sein müsse. Weil aber das Chlorgas 35,47 mal schwerer ist als Wasserstoffgas, so muss, da der Werth von $H = 6,25$ ist, der Werth von $Cl = 35,47 \times 6,25$, oder 221,32 sein, und es bedeutet demnach der bildliche Ausdruck H^2Cl^2 , in Zahlen ausgedrückt, so viel als eine Verbindung aus $6,25 \times 2$ Gewichtstheilen Wasserstoff und $221,32 \times 2$ Gewichtstheilen Chlor.

Wenn 2 Vol. Chlorgas oder 442,64 Gewichtstheile Chlor für die Ausgleichung des in 2 Vol. Wasserstoffgas oder 12,5 Gewichtstheilen Wasserstoff sich äussernden chemischen Gegensatzes, so viel wirken als 1 Vol. Sauerstoffgas oder 100 Gewichtstheile Sauerstoff: so müssen auch 2 Vol. Chlorgas oder 442,64 Gewichtstheile Chlor sich gegen 1 Volum Sauerstoffgas oder 100 Gewichtstheile Sauerstoff ähnlich verhalten, wie 2 Vol. Wasserstoffgas oder 12,5 Gewichtstheile Wasserstoff. Dies ist in der That wirklich der Fall, denn 100 Sauerstoff drücken die geringste Menge von diesem aus, welche von 442,64 Chlor aufgenommen werden kann, und der bildliche Ausdruck für diese Verbindung wird daher sein Cl^2O , d. h. eine Verbindung aus zwei Vol. Chlorgas und einem Volum Sauerstoffgas oder aus $221,32 \times 2$ Gewichtstheilen Chlor und 100 Gewichtstheilen Sauerstoff.

Die Verbindung der Körper unter einander findet übrigens nicht immer in einem einzigen Verhältnisse statt, sondern viele Körper sind fähig, mit einander Verbindungen in verschiedenen Verhältnissen einzugehen, und so verschiedene Verbindungsstufen zu bilden, welche sich als eben so viel einzelne selbstständige Körper charakterisiren. In allen Fällen aber, wo solche Verhältnisse stattfinden, zeigt sich die nicht minder merkwürdige Erscheinung, dass in den höheren Verbindungsstufen die Menge des in höherem Verhältnisse aufgenommenen Elements ein Vielfaches ist in einer ganzen oder sehr einfachen Bruchzahl, von der im kleinsten Verhältnisse aufgenommenen Menge desselben Elements. Wasserstoff und Chlor bieten in Bezug auf Sauerstoff Beispiele der Art dar. 12,5 Wasserstoff, welche im Wasser mit 100 Sauerstoff vereinigt sind, können noch einmal so viel Sauerstoff, also 100×2 aufnehmen, und bilden dann diejenige höhere Sauerstoffungsstufe des Wasserstoffs, die mit dem Namen Wasserstoffhyperoxyd oder auch oxydirtes Wasser bezeichnet wird, und deren bildliche Bezeichnung natürlicherweise H^2O^2 sein muss. 442,64 Chlor, welche im oben erwähnten Chloroxyd mit 100 Sauerstoff vereinigt sind, können noch 3, 5 und 7 mal mehr davon aufnehmen, wodurch die verschiedenen sauren Sauerstoffungsstufen (Oxydationsstufen) des Chlors entstehen, welche chlorige Säure, Chlorsäure und Ueberchlorsäure genannt und durch die Symbole Cl^2O^3 , Cl^2O^5 , Cl^2O^7 dargestellt werden.

Wird der Sauerstoff in H^2O durch Schwefel ersetzt, so erhält man H^2S , d. h. anstatt Wasser erhält man Schwefelwasserstoff. Der Werth von S ist aber ein anderer, als der von O , nämlich 201, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man in einem Gefässe, wel-

ches 1000 Cubikcentimeter oder dem Gewichte nach 1530 Milligramme Schwefelwasserstoffgas enthält, Zinn bis zum Schmelzen erhitzt. Das Zinn verbindet sich mit dem Schwefel, und es bleiben 1000 Cubikcentimeter reines Wasserstoffgas zurück, welche nur $89\frac{1}{2}$ Milligramme wiegen, und die verschwundenen $1440\frac{3}{4}$ Milligramme bezeichnen demnach das Gewicht des Schwefels, welcher mit den $89\frac{1}{2}$ Milligrammen Wasserstoff verbunden war. Nun verhalten sich aber $89,33 : 1440,66 = 12,5 : 201$.

Wenn nun 201 Schwefel in Bezug auf 12,5 Wasserstoff so viel werth sind, als 100 Sauerstoff und 442,64 Chlor, so müssen auch 100 Sauerstoff und 442,64 Chlor in Bezug auf 201 Schwefel so viel werth sein als 12,5 Wasserstoff. Dies ist auch wirklich der Fall, denn 201 Schwefel und 100 Sauerstoff, 201 Schwefel und 442,64 Chlor drücken die einfachen Verhältnisse aus, in denen sich Schwefel mit Sauerstoff und Chlor zu vereinigen vermag, wodurch die Verbindungen von Cl^2S und SO erzeugt werden. Der Schwefel gehört zu den Körpern, welche fähig sind, mit Sauerstoff mehrere Sauerstoffstufen einzugehen; dem oben Erwähnten zufolge müssen nun diese höheren Sauerstoffverhältnisse Vielfache sein von 100 in einer ganzen oder einfachen Bruchzahl, da ja 100 die geringste Sauerstoffmenge ausdrückt, welche mit 201 Schwefel eine Verbindung eingeht. In der That entsprechen auch die höheren Oxydationsstufen des Schwefels den Verhältnissen

201 Schwefels	+	2	×	100 Sauerstoff	
201	—	$2\frac{1}{2}$	×	100	—
201	—	3	×	100	—

somit auch den Symbolen SO^2 , schwefelige Säure, $\text{SO}^{2\frac{1}{2}}$, Unterschwefelsäure, SO^3 , Schwefelsäure.

§ 17.

Diese eben erläuterte Erscheinung, welche sich in den zusammengesetzteren Verbindungen, den Salzen, auf eine nicht minder unzweideutige Weise kund giebt, wird in der Chemie das Gesetz der einfachen und multiplen Proportionen genannt, wie denn überhaupt die chemischen Verbindungsverhältnisse der Körper auch durch chemische Proportionen, den die Lehre derselben abhandelnden Theil der Chemie aber mit dem Namen chemische Proportionslehre oder auch Stöchiometrie, d. h. Maasslehre der chemischen Elemente, bezeichnet werden. Das Gesetz der einfachen Proportionen wurde von *J. B. Richter*, Bergamtsassessor zu Breslau, das der multiplen Proportionen von dem Engländer *John Dalton* entdect, beide aber durch eine grosse Anzahl der sorgfältigsten Analysen von *Berzelius* zur unzweifelhaften Thatsache erhoben. Die Zahlenausdrücke für die einzelnen Mischungsverhältnisse werden gewöhnlich Mischungsgewichte, MG., oder Aequivalente, Aequiv., die einfachen Volumverhältnisse aber und ihrer Zahlenwerthe Atome, At., und Atomgewichte, AG., genannt. In den eben gegebenen Beispielen ist z. B. das MG. des Wasserstoffs = 12,5,

sein AG. aber = 6,25; beim Sauerstoff dagegen fallen MG. und AG. zusammen. Die Zahlen, wodurch die Mischungs- und Atomgewichte ausgedrückt werden, sind willkürlich und veränderlich, je nach der Einheit, welche man dabei zum Grunde legt; nur die Verhältnisse, in denen diese Zahlen zu einander stehen, bleiben als etwas von der Natur Gegebenes unveränderlich dieselben, wenn man nur, wie sich von selbst versteht, bei der Berechnung unveränderlich dieselbe Grundlage beibehält. Von einigen Schriftstellern wird z. B. nicht der Sauerstoff, sondern der Wasserstoff als Grundlage angenommen und sein

Zahlenwerth = 1 gesetzt; dann erhält man aber für O $\frac{100}{6,25} = 16$,

für Cl $\frac{221,32}{6,25} = 35,47$ und für S $\frac{201}{6,25} = 32,24$. Noch andere,

z. B. *L. Gmelin* in seinem Handbuche, nehmen das Mischungsverhältniss des Wasserstoffs als Einheit, und das MG. des Sauerstoffs ist dann

$\frac{100}{6,25 \times 2} = 8$, das des Schwefels $\frac{201}{6,25 \times 2} = 16,12$.

Wir folgen in diesem Handbuche *Berzelius*, welcher Sauerstoff als Grundlage = 100 setzt und Atom- und Mischungsverhältnisse sondert. Die Zahlen, welche man bei dieser Annahme als MG. der übrigen Körper erhält, sind so gross, dass man in der Praxis den dabei befindlichen Bruch in der Regel ganz vernachlässigen, oder nach Maassgabe zu $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ reduciren kann. In den im Vorhergehenden und auch in den nächsten §§ gebrauchten Beispielen sind gewöhnlich auch nur die annähernden Bruchwerthe gegeben worden. Die am Schlusse dieses Heftes beigefügte Tabelle enthält die MG. der Elemente nach den neuesten und genauesten Bestimmungen.

§ 18.

Die Mischungsgewichte der zusammengesetzten Körper sind gleich der Summe der in ungetheilte Anzahl genommenen Mischungsgewichte ihrer Elemente, und sollen ebenfalls die Verhältnisse ausdrücken, in denen jene Körper in die Zusammensetzung zusammengesetzter Körper eingehen. So ist also, um die angeführten Beispiele beizubehalten, das

MG. des Wassers = $H^2O = 6,25 \times 2 + 100 = 112,5$
 - - Schwefelwasserstoffs = $H^2S = 6,25 \times 2 + 201 = 213,5$
 - - Chlorwasserstoffs = $H^2Cl^2 = 6,25 \times 2 + 221,33 \times 2 = 455,16$
 - der Schwefelsäure = $SO^3 = 201 + 100 \times 3 = 501$

woraus hervorgeht, dass, wenn z. B. Wasser und Schwefelsäure chemische Verbindungen mit einander einzugehen vermögen, diess in den Verhältnissen von 112,5 Wasser auf 501 Schwefelsäure oder von 2 oder 3 mal so viel Wasser auf 501 Schwefelsäure und umgekehrt, stattfinden werde, wie diess denn auch wirklich der Fall ist.

Das Mischungsverhältniss der Unterschwefelsäure, welches in § 16 durch $SO^{2\frac{1}{2}}$ dargestellt ist, muss daher in S^2O^3 umgeändert werden, einerseits weil O, als Atomverhältniss gedacht, nicht theilbar sein

kann, anderer Seits weil $\text{SO}^{2\frac{1}{2}}$ nur die halbe Quantität Unterschwe-
felsäure ausdrückt, welche in Bezug auf basische Körper 1 MG. irgend
einer andern analogen Säure zu ersetzen vermag.

Der Stickstoff geht mit Sauerstoff vier verschiedene Verbindun-
gen ein, und zwar in den Verhältnissen, dass auf 1 At. Stickstoff
($\text{N} = 88,518$) $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$ Atome Sauerstoff kommen. Weil
aber das Sauerstoffatom nicht theilbar sein kann, so stellt man diese
verschiedenen Oxydationsstufen des Stickstoffes und ihre MG. fol-
gendermaassen dar:

$$\text{N}^2 + \text{O} = 88,518 \times 2 + 100 = 277,036$$

$$\text{N} + \text{O} = 88,518 + 100 = 188,518$$

$$\text{N}^2 + \text{O}^3 = 88,518 \times 2 + 100 \times 3 = 477,036$$

$$\text{N}^2 + \text{O}^5 = 88,518 \times 2 + 100 \times 5 = 677,036$$

Hiermit stimmt auch überein, dass von den beiden letzteren
Oxydationsstufen, welche Säuren (salpeterige Säure und Salpetersäure)
sind, grade die durch das gegebene Mischungsverhältniss bezeichnete
Menge erforderlich ist, um 1 MG. irgend einer einatomigen Base*)
zu neutralisiren.

In der salpeterigen Säure und Salpetersäure kann der Stickstoff
ersetzt werden durch Phosphor, Arsen und Antimon, wodurch man
phosphorige Säure und Phosphorsäure, arsenige Säure und Arsen-
säure, antimonige Säure und Antimonsäure erhält. Diese Aehnlich-
keit hat Veranlassung gegeben, diesen Körpern eine ähnliche stöchio-
metrische Zusammensetzung zuzuschreiben, und die Mengen von
Phosphor, Arsen und Antimon, welche an die Stelle der zwei Stick-
stoffatome treten, ebenfalls als 2 AG. dieser Elemente ent-
sprechend zu betrachten, wodurch man für die Zusammensetzung
der genannten Säuren die Formeln P^2O^3 , P^2O^5 , As^2O^3 , As^2O^5 und
 Sb^2O^3 , Sb^2O^5 erhält. In der That erhält man auch unter solcher
Voraussetzung eine vollkommen übereinstimmende stöchiometrische
Zusammensetzung für die Verbindung, welche Stickstoff, Phosphor,
Arsen und Antimon mit Wasserstoff eingehen, nämlich: NH^3 , PN^3 ,
 AsH^3 , SbH^3 . Andererseits steht aber wieder einer solchen Annahme
der Umstand entgegen, dass die Menge Phosphor-, Arsen- und An-
timongas, welche in diesen letzteren Verbindungen mit Wasserstoff
vereinigt sind, dem Volum nach nicht $\frac{1}{3}$ vom Wasserstoff, wie in
der Stickstoffverbindung, sondern $\frac{1}{6}$ betragen**), dass also hier

*) d. h. eine Sauerstoffbase, welche in 1 MG. ein Atom Sauerstoff enthält wie
alle starken Sauerstoffbasen überhaupt. Die 2- und 3 atomigen Sauerstoffbasen sind ver-
hältnissmässig nur schwache Basen, auch ist ihre Anzahl sehr klein. Sie bedürfen zur
Neutralisation eine ihren Sauerstoffatomen entsprechende Anzahl von Säureatomen, so
das Eisenoxyd, Fe^2O^3 , welches zur Neutralisation 3 MG. Schwefelsäure bedarf.

**) Man hatte früher die spec. Gew. des Phosphors und Arsens als Gase in ähn-
licher Weise aus den spec. Gew. des Phosphor- und Arsenwasserstoffgases berechnet,
wie es im nächstfolgenden § vom Kohlenstoffgas angegeben. Aber *Dumas* bestimmte
später durch directe Wägung, dass die so erhaltenen Resultate nicht mit der Wirk-
lichkeit übereinstimmten, sondern dass die wahren spec. Gew. dieser Gase grade noch
einmal so gross seien, als die berechneten, dass somit die VG. gradezu den MG. ent-
sprechen. Dass es sich mit dem Antimongas ähnlich verhalte, ist bis jetzt noch durch

Atom und Volumverhältnisse verschiedene Zahlenwerthe erhalten würden. Bei den offenbar grossen Verschiedenheiten, welche zwischen den salpêtresäuren und den salpetersäuren Salzen einer Seits, und den Salzen der phosphorigen, arsenigen und antimonigen Säure, so wie der Phosphor-, Arsen- und Antimonsäure anderer Seits obwalten, dürfte es vielleicht angemessener seyn, Phosphor, Arsen und Antimon vom Stickstoff zu trennen, und ihre Volum-, Atom- und Mischungsgewichte gleichwerthig zu setzen, nämlich $P = 392,286$, $As = 940,084$, $Sb = 1612,904$, wodurch wir denn für die Sauerstoffverbindungen PO^3 , PO^5 , AsO^3 , AsO^5 , SbO^3 , ObO^5 , und für die Wasserstoffverbindungen PH^6 , AsH^6 , SbH^6 erhalten würden. Im Verlaufe dieses Werkes sind übrigens noch die bisher üblichen Bezeichnungen beibehalten worden.

Die Thonerde ist die einzige bekannte Sauerstoffverbindung des Alumiums; es sind darin auf 100 Sauerstoff 114,15 Alumium enthalten. Diese Zahl würde das MG. des Alumiums darstellen, wenn bei der Bestimmung der MG. der einfachen Körper die grösste Gewichtsmenge des Körpers, welche sich mit 100 Sauerstoff verbindet, die einzige Richtschnur abgäbe. Aber dem ist nicht so, sondern man muss hierbei auf die Zusammensetzungsweise anderweitiger Zusammensetzungen Rücksicht nehmen, durch welche in gewissen Verbindungen die Sauerstoffverbindung des fraglichen Elements ohne Aenderung der äussern Form ersetzt werden kann, insofern es nämlich durch viele unzweifelhafte Thatsachen erwiesen ist, dass die Aehnlichkeit der äussern Form auch auf die Aehnlichkeit der stöchiometrischen Constitution hinweist. Nun ist es erwiesen, dass in den am ausgezeichnetsten krystallisirenden Verbindungen der Thonerde, den Thonalaunen, die Thonerde ohne Aenderung der äussern Form des Salzes durch Eisenoxyd, Chromoxyd ersetzt werden kann; da nun andererseits die Zusammensetzung dieser Basen aus 2 MG. Metall und 3 MG. Sauerstoff unzweifelhaft ist, so hat man auch mit grossem Rechte gefolgert, dass die stöchiometrische Constitution der Thonerde eine ähnliche sei, also $= Al^2O^3$, woraus sich für das MG. des Alumiums ergibt $100 : 114,15 = 150 : 171,22$.

keinen directen Versuch erwiesen, man hat es nur aus der grossen Aehnlichkeit des Antimons mit dem Arsen geschlossen, durch welches es überdem im Brechweinstein ohne Aenderung der äussern Form ersetzt werden kann. Ein Umstand, wie dieser letztere, ist von der grössten Wichtigkeit, und es würde für die Vereinigung des Stickstoffs mit Phosphor u. s. w. in einer Gruppe fast entscheidend sein, wenn ein solcher Fall von Isomorphismus zwischen irgend einer Stickstoffverbindung einerseits und einer analogen Phosphor-, Arsen- oder Antimon-Verbindung andererseits bekannt wäre. Aber diess ist bis jetzt noch nicht der Fall. — Eine unabweisbare Verschiedenheit zwischen Volumgew. und Atomgew. bietet übrigens der Schwefel dar, nachdem *Dumas* und *Mitscherlich* durch directe Wägungen nachgewiesen haben, dass das spec. Gewicht des Schwefelgases nicht, wie man es durch Rechnung aus dem spec. Gew. des Schwefelwasserstoffgases gefolgert hatte, 2,011, sondern 6,733 beträgt. Die Ursache dieser Abweichung ist bis dahin unbekannt, indess wäre es wohl möglich, dass die Abweichung selbst überhaupt nur scheinbar und lediglich in einer Polymerie des Schwefelgases begründet wäre, gleich wie bekanntlich derselbe Körper in verschiedenen starren und verschiedenen flüssigen Zuständen existirt. (vgl. § 579).

§ 19.

Eben so einfach und scharf begränzt die verschiedenen Abstufungen sind, in denen die Körper dem Gewichte nach sich unter einander verbinden, zeigen sich auch die Verbindungsverhältnisse nach Volumtheilen, wenn die sich verbindenden Körper gasförmig sind, oder in den gasförmigen Zustand versetzt werden können. Die Verbindung findet immer in dem Verhältnisse von 1 Vol. des einen mit 1, 2, 3 u. s. w. Vol. des andern statt. Kennt man daher die specifischen Gewichte der sich verbindenden Gase, so ist es klar, dass diese alsdann zugleich die Gewichtsmengen ausdrücken, in welchen die Gase sich mit einander vereinigen. Da nun, wie im § 17. angeführt, angenommen wird, dass die Volumverhältnisse den Atomverhältnissen entsprechen, so müssten nothwendigerweise die specifischen Gewichte der einfachen Körper mit deren Atomgewichten zusammenfallen, wenn dabei von einer und derselben Grundeinheit ausgegangen würde. Wird aber, wie gewöhnlich geschieht, bei Bestimmung des specifischen Gewichtes die Luft = 1, und bei Bestimmung des Atomgewichts der Sauerstoff = 100 gesetzt, so ergeben sich die Atomgewichte der übrigen gasigen Elemente, wenn ihre spec. Gewichte durch 1,1026 (spec. Gew. des Sauerstoffgases, die Luft = 1 genommen) dividirt, und hierauf mit 100 (Atomgewicht des Sauerstoffs) multiplicirt werden*). Könnte man die einfachen Körper in den Gaszustand versetzen und ihre Gase unmittelbar wägen, so wäre diess die einfachste Art ihre Atomgewichte zu finden. Bei manchen, die für sich nicht gasförmig werden können, aber in Verbindung mit andern Körpern Gase bilden, kann diess durch Rechnung gefunden werden. So z. B. das spec. Gew. des Kohlenstoffgases. Wenn sich Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas oxydirt, so giebt 1 Vol. Sauerstoffgas 2 Vol. Kohlenoxydgas. Da es also klar ist, dass das hinzugekommene zweite Volum nur Kohlenstoffgas sein kann, und da man findet, dass die zwei Volume 1,9453 wiegen, so braucht man davon nur das Gewicht eines Volums Sauerstoffgases abzuziehen, um das specif. Gewicht des Kohlenstoffgases zu erhalten, also $1,9453 - 1,1026 = 0,8427$. Dividirt man dieses mit 1,1026 und multiplicirt mit 100 $\left(\frac{0,8427 \times 100}{1,1026}\right)$, so bekommt man das Atomgewicht des Kohlenstoffgases = 76,4.

§ 20.

Das Product, welches aus der chemischen Vereinigung gasförmiger Elemente unter einander hervorgeht, entspricht, wenn es selbst

*) Oder kürzer, man multiplicirt die spec. Gewichte gradeweges mit $\frac{100}{1,1026}$ d. h. mit 90,695. So ist das spec. Gew. des Stickgases 0,976, das Atomgewicht des Stickstoffes folglich $= 0,976 \times 90,695 = 88,518$. Bezieht sich das spec. Gew. nicht auf die Luft, sondern auf das Sauerstoffgas, so geschieht die Umwandlung in das Atom- oder Volumgewicht ganz einfach durch Fortrücken des Komma's um zwei Ziffern. So ist das spec. Gew. des Stickgases, das Sauerstoffgas = 1 gesetzt, 0,88518, das Volum- und Atomgewicht des Stickstoffes folglich 88,518.

wieder gasförmig ist, rücksichtlich seines Raumverhältnisses nicht immer der Summe der mit einander verbundenen Volumtheile der gasförmigen Elemente, sondern es tritt in vielen Fällen eine Raumverminderung von 3 : 2, 4 : 2 u. s. w. ein. Bei Verbindungen dieser Art müssen aber natürlicherweise die Beziehungen zwischen Volum-, Atom- und Mischungsgewichten mehrere Abweichungen darbieten. Das Volumgewicht wird gefunden, wenn man die Gewichte der in einem Vol. von dem zusammengesetzten Gas enthaltenen Elemente summirt. Das Atomgewicht ergibt sich, wenn man die Gewichte der mit einander verbundenen ganzen Atome, in der einfachsten ganzen Zahl genommen, zusammen addirt. Das Mischungsgewicht ist aber gleich dem Gewichte der Atomenanzahl, welche sich mit 1 MG. eines andern Körpers verbindend, 1 MG. irgend eines andern Körpers vertritt. Z. B.

a) 1 Vol. Stickstoffgas vereinigt sich mit 3 Vol. Wasserstoffgas zu 2 Vol. Ammoniakgas, wovon 4 Vol. erfordert werden, um 1 MG. irgend einer einbasischen*) Säure zu neutralisiren.

Das VG. d. Ammoniakgases ist sonach $\frac{88,518}{2} + 6,2398 \times 1,5 = 53,6085$
 - AG. d. Ammoniaks ist sonach $88,518 + 6,2398 \times 3 = 107,237$
 - MG. d. - - - - - $88,518 \times 2 + 6,2398 \times 6 = 214,474$
 oder mit andern Worten 1 MG. Ammoniak schliesst 4 VG. und 2 AG. Ammoniakgas ein.

b) 1 Vol. Sauerstoffgas vereinigt sich mit 2 Vol. Wasserstoffgas zu 2 Vol. Wasserdampf, welche über 1 MG. kohlen-saures Kali geleitet 1 MG. Kohlensäure austreiben.

Das VG. des Wassergases ist folglich $\frac{100}{2} + 6,2398 = 56,2398$.
 Das AG. des Wassers ist folglich $100 + 6,2398 \times 2 = 112,4797$.
 - MG. - - - - - = dem AG.

c) 1 Vol. Chlorgas vereinigt sich mit 1 Vol. Wasserstoffgas zu 2 Vol. Chlorwasserstoffgas, wovon 4 Vol. durch 1 MG. Ammoniak absorbirt werden.

Das VG. des Chlorwasserstoffes ist sonach $\frac{221,3 + 6,239}{2} = 113,769$.
 - AG. - - - - - $221,3 + 6,239 = 227,539$.
 - MG. - - - - - $(221,3 + 6,239) \times 2 = 455,078$.
 oder mit andern Worten 1 MG. Chlorwasserstoff entspricht 4 VG. und 2 AG.

Die specif. Gewichte der zusammengesetzten Gase ergeben sich, wenn man die VG. mit 100 oder mit 90,695 dividirt, das erstere nämlich wenn das Sauerstoffgas, das zweite, wenn die atmosphärische Luft = 1 gesetzt wird.

Das spec. Gewicht des Ammoniakgases ist somit

$$\frac{53,6185}{100} = 0,5361 \dots \text{ oder } \frac{53,6185}{90,695} = 0,5912.$$

*) d. i. eine Säure, welche in den neutralen Verbindungen, die sie mit einatomigen Basen (S. 33. Anmerk.) eingeht, 1 MG. Base aufnimmt, z. B. Schwefelsäure, Salpetersäure.

Das spec. Gew. des Wassergases ist

$$\frac{56,2398}{100} = 0,5623 \dots \text{ oder } \frac{56,2398}{90,695} = 0,6201.$$

Das spec. Gew. des Chlorwasserstoffgases ist

$$\frac{113,769}{100} = 1,13769 \text{ oder } \frac{113,769}{90,695} = 1,2545 \dots$$

Sind die spec. Gewichte der zusammengesetzten Gase bekannt, so ergeben sich die VG., wenn man umgekehrt wie im Vorhergehenden verfährt, d. h. die spec. Gewichte entweder mit 100 oder mit 90,695 multiplicirt, je nachdem das bekannte spec. Gewicht sich auf das Sauerstoffgas oder die atmosphärische Luft bezieht.

§ 21.

Zuweilen zeigen gasförmige Zusammensetzungen bei gleichen procentischen Verhältnissen derselben Elemente ein verschiedenes Verdichtungsverhältniss, womit natürlicherweise auch ein verschiedenes spec., Volum- und Atomgewicht, und gewöhnlich auch ein verschiedenes Mischungsgewicht verbunden ist, und wodurch das Dasein einer zahlreichen Klasse isomerischer Körper (vgl. § 30), wenigstens in Bezug auf die ponderabelen Elemente, bedingt wird. Z. B. das Elayl (§ 87) und das Ditetryl (wesentlicher Bestandtheil des Leuchtgases) enthalten beide in 100 Theilen 14,16 Wasserstoff und 85,84 Kohlenstoff.

Das spec. Gewicht des Elaylgases ist 0,9804, sein VG. folglich $0,9804 \times 90,695 = 88,9173$, worin 12,50 oder 2 At. Wasserstoff und 76,32 oder 1 At. Kohlenstoff enthalten sind. VG. und AG. sind sich demnach gleich. Das Elayl verbindet sich mit Chlor, und zwar absorhirt 1 MG. Chlor 2 Vol. Elaylgas, folglich schliesst das MG. des Elays 2 Vol. desselben ein und ist = 177,834.

Das spec. Gew. des Ditetrylgases ist 1,9608, sein VG. folglich $= 1,9608 \times 90,695 = 177,834$, worin 25,18 oder 4 At. Wasserstoff und 152,64 oder 2 At. Kohlenstoff enthalten sind. Das VG. schliesst somit 2 AG. ein. 1 MG. Chlor absorhirt 2 Vol. Ditetrylgas, und es ist somit das MG. des Ditetryls = 355,66, d. h. es enthält 2 VG. oder 4 AG.

§ 22.

Chemische Zeichenschrift.

Anlangend die im Vorhergehenden für Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor, Schwefel u. s. w. gebrauchten Zeichen ist noch zu erwähnen, dass sie, und ausser diesen noch andere ähnliche, für sämtliche bis dahin bekannte chemische Elemente, durch *Berzelius* eingeführt worden sind, in der Absicht die chemischen Zusammensetzungen in Bezug auf Qualität und Quantität der darin enthaltenen Elemente auf eine kurze und bequeme, dabei aber auch fassliche Weise auszudrücken, so dass sie beim ersten Anblick einem jeden, der mit den einfachen Grundlagen der Stöchiometrie vertraut ist, übersichtlich wer-

den. Die Zeichen sind von den Anfangsbuchstaben der lateinischen Benennungen der Elemente hergenommen; weil aber mehrere mit demselben Buchstaben beginnen, so setzt *Berzelius* in solchen Fällen bei dem einen oder dem andern noch diejenigen Buchstaben hinzu, welchen sie gerade nicht gemeinschaftlich haben. Bei dem Gebrauche dieser chemischen Zeichenschrift darf übrigens nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Zeichen selbst nicht wie die alchemistischen den blossen Namen des Körpers, sondern gleichzeitig auch den chemischen Werth und in Zusammensetzungen die quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile ausdrücken, daher auch nicht willkürlich und ohne Beziehung neben einander gestellt werden können. Auch muss man sich wohl hüten, die Ausdrücke Mischungsgewichte (MG.) und Gewichtstheile für gleichbedeutend zu halten, indem beide zwei durchaus verschiedene Dinge bezeichnen.

§ 23.

Um die Verbindung zweier einfachen Stoffen auszudrücken, verbindet man in ähnlicher Weise, wie in den oben angeführten Beispielen geschehen, die Symbole beider mit einander; und vereinigt sich ein Körper zu mehreren Atom- und Mischungsgewichten mit einem andern, so deutet man dieses an, indem man, wie ebenfalls oben geschehen, oberhalb (oder auch unterhalb) seines Zeichens zur Rechten nach Art der Exponenten in der Algebra eine Zahl hinschreibt, die der Anzahl von vorhandenen AG. oder MG. entspricht. Um zu bezeichnen, dass mehrere MG. einer Verbindung vorhanden sind, setzt man vor der Formel eine entsprechende Zahl z. B. 2 MG. Schwefelsäure = $2SO^2$. Ausserdem pflegt man auch, wenn das Mischungsverhältniss eines einfachen Elementes einem doppelten Atomverhältniss entspricht, diess dadurch anzudeuten, dass man im unteren Drittel des Zeichens einen horizontalen Strich zieht; so kann man z. B. ein MG. Wasserstoff entweder durch H^2 oder auch durch H darstellen. Endlich, da bei weitem der grösste Theil der zusammengesetzten Körper Sauerstoffverbindungen sind, so hat man ebenfalls versucht, die Formel für diese Verbindungen dadurch zu verkürzen, dass man oberhalb der Zeichen der Radicale die Zahl der in der Verbindung enthaltenen MG. Sauerstoff durch ebensoviele Punkte bezeichnet, z. B. Schwefelsäure = $S^{\cdot\cdot}$. Anderweitige symbolische Abkürzungen sind besonders noch zur Bezeichnung der drei-, vier- und wohl auch fünffach zusammengesetzten organischen Verbindungen, Behufs der leichtern Uebersicht und kürzeren Darstellung ihrer weiteren Verbindungen, von *Berzelius* eingeführt worden. Sie sind gebildet aus dem ersten, oder ersten und zweiten, oder ersten und dritten Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens des betreffenden Körpers ohne weiteren Zusatz, wenn der Körper ein organisches Radical (S. 40.), oder mit einem Strich (-) darüber, wenn er eine Säure, oder mit einem Kreuze (+), wenn er eine Base ist. So bedeuten z. B. Ae Aethyl, Cy Cyan, A Essigsäure, T Weinstensäure, Ci Cinchonin, Mo Morphinum u. s. w. Endlich hat auch *Berzelius* vorgeschlagen und im achten Bande seines Lehrbuches

in Anwendung gebracht, in Fällen, wo es wünschenswerth erscheint, in dem Symbol auch die stöchiometrische Zusammensetzung darzustellen, dieses folgendermaassen auszuführen: zur Linken des Anfangsbuchstabens werden kleine Zahlen gestellt, von welchen die obersten die Atomenzahl des Kohlenstoffes, und die untersten die des Wasserstoffes ausdrücken. Die Zahl des Stickstoffes, wenn er vorhanden ist, wird zwischen beide gesetzt, die des Sauerstoffes aber in gewöhnlicher Weise ausgedrückt. Z. B. Aethyloxyd = $\frac{4}{10} \text{AcO}$, Essigsäure $\frac{4}{6} \text{AcO}^2$, also essigsaures Aethyloxyd oder Essigäther $\frac{4}{10} \text{AcO} + \frac{4}{6} \text{AcO}^2$ oder $\frac{4}{10} \text{Ac} + \frac{4}{6} \text{Ac} = \text{C}^2\text{H}^1\text{O} + \text{C}^2\text{H}^0\text{O}^3$.

§ 24.

Was endlich die Reihenfolge betrifft, nach welcher bei der bildlichen Darstellung der chemischen Verbindungen die Zeichen der einzelnen Elemente geordnet werden, so hat man dabei auf die elektrischen Verhältnisse der Körper Rücksicht genommen. Die eigenthümliche Zerlegung nämlich, welche die chemischen Verbindungen erleiden, wenn sie der Einwirkung des elektrischen Stromes unterworfen werden, und welche darin besteht, dass der eine Bestandtheil sich an dem positiven, und der andere sich an dem negativen Pole aus-

*) Von den systematisch-chemischen Zeichen einigermaassen verschieden sind die ebenfalls von *Berzelius* eingeführten mineralogischen Zeichen, deren Kenntniss zum Verstehen mineralogischer Abhandlungen, in denen sie angewandt sind, nothwendig ist, daher das Nöthige darüber hier anmerkungsweise folgt. Die mineralogischen Zeichen unterscheiden sich von den chemischen dadurch, dass darin die Sauerstoffatome nicht ausgedrückt sind: sie werden nur für die Verbindungen der Kieselsäure mit Alkalien, Erden und einigen Metalloxyden gebraucht, die alle durch die Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen ausgedrückt werden, und wird hierzu, um Verwechslung zu vermeiden, stets nur Cursivschrift genommen. Die Oxyde werden von den Oxydulen dadurch unterschieden, dass das Zeichen der ersteren ein grosser, und der letzteren ein kleiner Buchstabe ist; z. B. *Mn* Manganoxyd, *mn* Manganoxydul. Die Zeichen drücken die Mengen eines jeden dieser Körper aus, die gleiche Mengen Sauerstoff enthalten. *AS* bedeutet eine Verbindung, worin Thonerde und Kieselsäure gleichviel Sauerstoff enthalten. In *AS*³ enthält die Kieselsäure dreimal den Sauerstoff der Thonerde, in *A*²*S* die Thonerde doppelt soviel Sauerstoff als die Kieselsäure. Die Grundzeichen sind folgende: *K* = Kali, *N* = Natron, *L* = Lithion, *B* = Baryterde, *S* = Strontianerde, *C* = Kalkerde, *M* = Talkerde, *A* = Thonerde, *G* = Glycinerde, *Y* = Yttererde, *Z* = Zinkoxyd, *Ce* = Ceroxyd, *ce* = Ceroxydul, *Mn* = Manganoxyd, *mn* = Manganoxydul, *F* = Eisenoxyd, *f* = Eisenoxydul, *S* = Kieselsäure. Die chemische Formel für Feldspath ist: $\text{KOSiO}^2 + \text{Al}^2\text{O}^3\text{SiO}^2$, die mineralogische: $\text{KS}^3 + 3\text{AS}^2$. Wenn in einem Mineral isomorphe Elemente sich wechselseitig in variirenden Quantitäten ersetzen, so wird diess dadurch angedeutet, dass man ihre Zeichen über einander schreibt,

so ist z. B. die mineralogische Formel des Asbests von Tarantaise $\text{CS}^3 + 3 \left. \begin{matrix} M \\ f \\ C \end{matrix} \right\} \text{S}^2$,

d. h. es ist derselbe eine Verbindung von neutraler kieselsaurer Kalkerde mit $\frac{3}{2}$ kieselsaurer Talkerde, worin die letztere Base mehr oder weniger durch Eisenoxydul und Kalkerde ersetzt ist. Derartige im Mineralreiche häufig vorkommende Zusammensetzungen lassen sich auch künstlich erzeugen. Der in § 268. Anm. beschriebene Kupfervitriol mit 7 MG. Wasser ist eine solche, nämlich: $\frac{\text{Cu}}{\text{Fe}} \text{OSO}^2\text{H}^2\text{O}$, worin $\frac{\text{Cu}}{\text{Fe}}$ verschiedene grosse Aequivalententheile von Kupfer und Eisen bezeichnet, deren Summe ein ganzes Aequivalent ausmacht.

scheidet, hat auch Veranlassung gegeben, jede chemische Verbindung als aus zwei Elementen bestehend zu betrachten, von welchen das eine positiv elektrisch und das andere negativ elektrisch ist. Das negativelektrische scheidet sich am positiven Pole der elektrischen Säule aus, während das positivelektrische sich an den negativen Pol begiebt. Man bezeichnet daher auch das erstere als das elektronegative und das zweite als das elektropositive Element*) der Verbindung, und schreibt in der bildlichen Darstellung solcher Verbindungen die elektropositiven Bestandtheile immer zur Linken, und die elektronegativen zur Rechten.

Verschiedenartigkeit der chemischen Zusammensetzungen.

§ 25.

Je nach ihrem allgemeinen chemischen Verhalten und je nach der mehr oder weniger einfachen Zusammensetzungsweise (Constitution) der chemischen Zusammensetzungen lassen sich unterscheiden:

Zusammengesetzte Radicale, d. h. zusammengesetzte Körper, die in ihrem chemischen Verhalten gewisse einfache Elemente, welche zu der einen oder der anderen der oben näher definirten und mit den Namen Oxygenoide, Metalloide und Metalle bezeichneten drei Gruppen gehören, nachahmen. Man nennt sie auch gewöhnlich organische Radicale, weil alle chemischen organischen Producte auf solche sich zurückführen lassen, oder zurückgeführt werden müssen, daher auch die Bezeichnung „Chemie der zusammengesetzten Radicale“ sehr häufig als gleichbedeutend mit „organischer Chemie“ genommen wird. Die zusammengesetzten Radicale sind entweder homogen oder heterogen zusammengesetzt, d. h. sie enthalten entweder gleichartige oder ungleichartige Bestandtheile.

*) Neuerlichst sind von *Faraday* Behufs der theoretischen Erläuterung dieses elektrochemischen Zersetzungsprocesses in der Vorstellung von nur einer Elektrizität neue allgemeine Bezeichnungen eingeführt worden, worüber hier eine kurze, aus *Graham's* Lehrbuch entlehnte Mittheilung folgt. Um die mit den Polen der Volta'schen Kette in Berührung befindlichen Flächen des zerlegt werdenden Körpers, welchen er Elektrolyt nennt, welche die wichtigsten Orte der Action sind, zu bezeichnen, denkt er sich einen elektrischen Strom von Osten nach Westen, oder mit der Sonne gehend, und nennt die östliche Fläche des Elektrolyts, zu welcher der Strom eintritt, die *Anode* (*ἀνω* aufwärts, *ὄδος* Weg: der Weg vom Sonnenaufgang); die westliche Fläche, an welcher der Strom eintritt, dagegen die *Kathode* (*κάτω*, niederwärts: der Weg zum Sonnenuntergang). Die Anode ist das negative Ende des Elektrolyts, das Ende, wo sich Sauerstoff, Chlor u. s. w. entwickeln; die Kathode ist das positive Ende, das, an welchem Wasserstoff, Metalle u. s. w. ausgeschieden werden. Die Körper, welche den Elektrolyt berühren, also gewöhnlich die Pole der Kette, nennt *Faraday* im Allgemeinen die *Elektroden*. Die Bestandtheile der Elektrolyte heißen nach ihm Ionen (Gänger); derjenige Bestandtheil, welcher nach den ältern Ansichten der elektronegative Bestandtheil genannt wurde, heisst *Anion* (das Hinaufgehende), der andere, bisher der elektropositive genannt, heisst *Kathion* (das Hinabgehende). Das Jod ist das Anion der Jodwasserstoffsäure, der Wasserstoff ist das Kathion derselben.

a. *Homogen zusammengesetzte Radicale* sind solche, in denen mehrere einzelne Atome eines einfachen Radicals zu einem einzigen sich vereinigt haben, gleichsam zusammengefloßen sind, dessen chemisches Aequivalent daher ein gewisses Vielfaches ist von dem des einfachen. Man könnte sie auch polymerische homogene Radicale nennen, und es dürften dieselben in vielen Fällen mit Dem, was man als verschiedene allotropische Zustände eines und desselben Elements bezeichnet, eins sein. So wären z. B. $S\beta$ und $S\gamma$, ebenso $C\beta$ und $C\gamma$ derartige polymerische homogene Radicale, und die Di- und Trithionsäure, die Oxal- und Mesoxalsäure wären Oxydationsstufen derselben. Wohl möglich sogar, dass gewisse einfache Elemente eben auch nur solche polymerische homogene Radicale sind, aber von dauerndem Bestehen, während das Bestehen der vorgenannten an gewisse Verhältnisse geknüpft ist, deren Aenderung auch ein Aufhören des ersteren nach sich zieht.

b. *Heterogen zusammengesetzte Radicale* sind solche, in denen einzelne oder mehrere Atome ungleichartiger einfacher oder auch polymerischer Radicale sich zu einem einzigen Ganzen vereinigt haben, das in gewisse Verbindungen eingehend ein Aequivalent irgend eines einfachen Radicals zu ersetzen vermag (z. B. Cyan und Ammonium). Unter den Producten organisirter Körper, sowohl den unmittelbaren als den mittelbaren, kommen sehr viele vor, wo wir nicht umhin können, die Präexistenz solcher Zusammensetzungen in ihnen anzunehmen; sie finden sich aber darin nur im Zustande weiterer Verbindung vor, und nur in höchst wenigen Fällen ist es bis dahin gelungen, sie daraus zu isoliren und so ihr wirkliches Dasein und die Art ihrer Zusammensetzung ausser Zweifel zu setzen. Daher auch die vielfach verschiedenen Ansichten über die Zusammensetzungsweise dieser Verbindungen.

Die heterogen zusammengesetzten Radicale, welche aus zwei ungleichartigen Grundstoffen bestehen, werden binäre Radicale genannt. Sie sind von dreierlei Art: ihre Bestandtheile sind nämlich entweder Kohlenstoff und Wasserstoff, und man giebt in solchem Falle ihren speciellen Namen zur Unterscheidung die Endsylbe *yl* (z. B. Acetyl, Aethyl), oder Kohlenstoff und Stickstoff, und man unterscheidet sie durch die Endsylbe *an* (z. B. Cyan, Mellan), oder endlich Stickstoff und Wasserstoff (z. B. Ammonium). Diejenigen, welche aus drei Grundstoffen bestehen, werden ternäre Radicale genannt, sie sind am allgemeinsten aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt, und ihre speciellen Namen bekommen die Endsylbe *en* (z. B. Lithén). Noch giebt es ternäre Radicale, welche als Bestandtheile Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel (z. B. Rhodan, Xanthan), und quaternäre, welche Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Schwefel (z. B. Rubean) enthalten, doch steht die wirkliche Existenz, oder vielmehr die derartige einfache Zusammensetzungsweise dieser Verbindungen noch weniger ausser Zweifel, als die der ersteren (m. vgl. § 30).

§ 26.

Salzbildende Zusammensetzungen. Es sind diess zusammengesetzte Körper von deutlich ausgeprägtem entgegengesetzten chemischen Verhalten, welche einer weiteren chemischen Vereinigung unter einander fähig sind, wobei diese Gegensätze, mehr oder weniger verschwinden, sich wechselseitig ausgleichen. Diese Art von chemischen Zusammensetzungen sind allgemein unter dem Namen Säuren und Basen, und die aus ihrer wechselseitigen Vereinigung hervorgehenden Producte unter dem Namen Salze bekannt, daher die obige Bezeichnung.

Die Säuren haben von dem eigenthümlichen Eindrücke, welchen die meisten derselben auf die Geschmacksorgane ausüben, und welchen man sauer nennt, ihren Namen. Die Basen, wenn sie Geschmack besitzen, schmecken nicht sauer, sondern scharf, oder wie man zu sagen pflegt, laugenhaft, d. h. einem durch Holzasche geflossenen Wasser ähnlich. Die Aschenlauge verdankt aber ihren scharfen Geschmack einer in der Holzasche enthaltenen auflöselichen Base, welche man Kali nennt. Dieser letztere Name stammt von dem hebräischen Worte *kāläh*, rösten, ab, in Bezug auf die gewöhnliche Gewinnungsart des Kali's aus der Asche gerösteter, d. h. verbrannter Pflanzen; mit dem arabischen Artikel *al* verbunden wird er als Collectivname zur Bezeichnung der in Wasser löslichen Basen überhaupt angewandt, daher alkalisch sehr oft auch so viel heisst, als basisch, und Alkalität soviel als Basicität. — Ausser durch den Geschmack sind die Säuren und Basen noch durch gewisse Veränderungen ausgezeichnet, welche sie in gewissen Pflanzenfarben hervorbringen. So werden die meisten blauen Pflanzenfarben durch Säuren geröthet und durch Alkalien grün gefärbt. Das gelbe Curcumapapier wird durch Basen braunroth.

Der wesentliche chemische Charakter der Säuren und Basen beruht indess keinesweges in diesen verschiedenen Erscheinungen, denn es giebt in der That Säuren, welche nicht sauer schmecken und auch Lackmuspapier nicht bläuen, und ebenso giebt es auch Basen ohne scharfen Geschmack und ohne Wirkung auf die genannten Pflanzenfarben, sondern es liegt die Eigenthümlichkeit dieser beiden Gattungen von chemischen Zusammensetzungen besonders in dem Gegensätze begründet, welcher sich in ihrem Gesamtverhalten offenbart und in Folge dessen ihre Wirkungen nicht bloß einander entgegengesetzt sind, sondern sich auch wechselseitig aufheben und vernichten. Der saure Geschmack der Säuren und der scharfe Geschmack der Basen verschwinden, wenn beide zusammengebracht werden; dasselbe ist mit dem Geruch der Fall, wenn die Säure oder die Base oder auch beide mit einem solchen begabt sind; die durch Säuren geröthete blaue Farbe wird wieder blau, sobald man eine hinreichende Menge von einer Base zufügt; dasselbe ist im umgekehrten Falle mit den durch Basen veränderten Farben der Fall.

Dieses wechselseitige Aufheben und Ausgleichen zwischen Säure und Base geschieht aber, wie gesagt, nicht durch das Zusammenbringen irgend einer unbestimmten Menge Base, sondern es machen

sich hier ebenfalls bestimmte Zahlenwerthe geltend, welche für irgend eine bestimmte Säure in Bezug auf eine bestimmte Base constant, aber für verschiedene Säuren und verschiedene Basen verschieden sind. So bedürfen z. B. 100 Gewichtstheile Schwefelsäure, 135 Gewichtstheile Salpetersäure, 91 Gewichtstheile Salzsäure zur Ausgleichung ihrer sauren Wirksamkeit 71 Gewichtstheile Kalk, 51 Gewichtstheile Magnesia, 191 Gewichtstheile Baryt; fehlt an diesen bezeichneten Quantitäten der genannten Basen irgend ein kleiner Theil, so bleibt eine entsprechende Menge Säure unausgeglichen und umgekehrt. 100 Gewichtsth. Schwefelsäure, 135 Salpetersäure und 91 Gewichtsth. Salzsäure sind daher in Bezug auf das baseausgleichende Vermögen, und ebenso 71 Kalk, 51 Magnesia und 191 Baryt in Bezug auf die säureausgleichende Wirksamkeit einander gleichwerthig, indem in der That der saure Charakter von 100 Schwefelsäure, 135 Salpetersäure und 91 Salzsäure durch 51 Magnesia ebenso vollständig aufgehoben wird, wie durch 191 Baryt; umgekehrt erleidet der basische Charakter von 71 Kalk, 51 Magnesia und 191 Baryt durch 91 Salzsäure eine ebenso vollständige Ausgleichung wie durch 135 Salpetersäure. Wollte man daher auf 71 Kalk nur 75 Salzsäure verwenden und das Fehlende durch Salpetersäure ersetzen, so würde man für die fehlenden 16 Salzsäure 23,73 Salpetersäure gebrauchen, denn $91 : 135 = 16 : 23,73$. — Man nennt diese wechselseitige Ausgleichung zwischen Säure und Base Neutralisation oder, weniger passend, Sättigung. Eine gewisse Menge Säure neutralisiren, heisst daher soviel, als sie mit soviel von einer Base versetzen, als zur Aufhebung ihres sauren Charakters erforderlich ist. Um zu ermitteln, ob eine Säure durch eine Base, oder eine Base durch eine Säure vollständig neutralisirt oder gesättigt ist, bedient man sich gewöhnlich des blauen und des rothen Lackmuspapieres; das erstere wird durch vorwaltende Säure geröthet, das letztere durch vorwaltende Base gebläuet. Diese sowie noch andere ähnliche Mittel reichen aber nicht überall aus, und man muss in vielen Fällen zu speciellen Mitteln seine Zuflucht nehmen. Solche Mittel, welche, wie hier die blaue und rothe Lackmusfarbe, durch die Einwirkungen, die sie von andern Körpern erleiden, oder auf diese ausüben, zur Erkennung dienen, nennt man im Allgemeinen Reagentien, die Einwirkungen selbst aber Reactionen.

Uebrigens ist es nicht immer möglich, eine Base oder Säure im isolirten Zustand als solche zu erkennen, denn da viele derselben in Wasser durchaus unlöslich sind, folglich weder Geschmack besitzen, noch auch irgend eine Wirkung auf Pflanzenfarben ausüben können, so sind diese gewöhnlichen Erkennungsmittel hier nicht anwendbar. In solchen Fällen ist es die chemische Wirksamkeit gegen eine anerkannte Base oder Säure, welche entscheidet. Als solche entschiedene Repräsentanten des basischen und des sauren Charakters können einerseits das Kali, andererseits die Schwefelsäure gelten, denn ersteres ist die kräftigste aller Basen, letztere die kräftigste aller Säuren. Jeder Körper also, welcher die Basicität des Kali's mehr oder weniger zu neutralisiren vermag, muss eine Säure sein, und

jeder Körper, welcher die Acidität der Schwefelsäure mehr oder weniger ausgleicht, muss eine Base sein.

Das gewöhnliche Glas besteht im Wesentlichen aus Kali, Kalkerde und Kieselerde; der ausgezeichnete basische Charakter des Kali's und der Kalkerde ist darin so vollkommen ausgeglichen, dass nicht das mindeste davon weder durch den Geschmack noch durch rothe Lackmusfarbe erkannt werden kann; man schliesst daher hieraus, dass die Kieselerde eine Säure sein müsse, obgleich sie im isolirten Zustande wegen ihrer Unlöslichkeit in Wasser aller sauren Reactionen ermangelt. Man nennt sie daher gegenwärtig richtiger Kieselsäure. — Die Magnesia, auch Talkerde genannt, ist fast ebenso geschmacklos wie die Kieselerde; wird sie mit Kali behandelt, so erleidet dieses dadurch nicht die mindeste Aenderung seines basischen Characters; wird sie dagegen mit Schwefelsäure behandelt, so wird sie aufgelöst, und die Schwefelsäure vollständig neutralisirt. Die Magnesia ist folglich eine Base.

Die chemische Anziehung zwischen Säure und Base tritt indess nicht blos dann wirksam auf, wenn eine fertig gebildete Säure und eine fertig gebildete Base zusammengebracht werden, sondern sie äussert sich auch in dem Falle thätig, wo nur die eine oder die andere fertig gebildet vorhanden ist, die Verhältnisse aber, worin sich diess eine salzbildende Element befindet, von der Art sind, dass das fehlende Element sich erzeugen kann.

Uebergiesst man z. B. ein blankes Kupferblech mit verdünnter Schwefelsäure, so findet zwischen beiden Körpern durchaus keine Einwirkung statt, denn metallisches Kupfer ist keine Base; setzt man aber das blankes Kupfer gleichzeitig mit der Säure und mit der Luft in Berührung, so veranlasst die prädisponirende Wirksamkeit der Säure, dass das Kupfer Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, sich in Sauerstoffkupfer verwandelt, welches nun fähig ist, der basischen Anforderung der Schwefelsäure zu genügen. Umgekehrt, wenn man Kali, eine sehr starke Base, auf Baumöl, einen durchaus neutralen, d. h. weder sauren noch basischen, Körper einwirken lässt, so veranlasst die saure Anforderung des Kali's, dass sich das Oel in einen sauren Körper umwandelt, mit welchem es sich verbindet. Das also durch die chemische Wirksamkeit des Kali's veränderte Oel heisst Oelsäure, denn es besitzt nun vollkommen den Charakter einer Säure.

§ 27.

Die Säuren sind vorzugsweise Verbindungen von Oxygenoiden unter einander oder mit Metalloiden. Die Basen dagegen sind vorzugsweise Verbindungen von Oxygenoiden mit Metallen. Man nennt daher auch gewöhnlich die Metalle Basenbilder, die Oxygenoide und die Metalloide aber Säurebilder. — Die Körper, welche durch Verbindung mit einem Oxygenoid Säuren oder Basen geworden sind, oder werden können, werden auch im Allgemeinen mit dem Namen Radicale bezeichnet. Die Säuren- und Basenradicale sind aber entweder einfach und gehören dann zu den in § 14 genannten einfachen Grundstoffen, oder sie sind zusammengesetzt, d. h. aus der Vereinigung mehrerer von den einfachen Grundstoffen hervorgegangen. Man unterscheidet demnach Säuren und Basen mit einfachen und mit zusammengesetzten Radicalen.

Die Säuren und Basen, in denen sowohl das Radical als auch das säuernde Princip einfach ist, werden vorzugsweise im Mineral- oder anorganischen Reiche angetroffen, daher auch die übliche Bezeichnung Mineralsäuren und Mineralbasen oder anorganische Säuren und anorganische Basen. Die Säuren und Basen mit zusammengesetztem Radicale kommen nur im Pflanzen- und Thierreiche, also nur im organischen Reiche vor, und man nennt sie demnach auch Pflanzensäuren und Pflanzenbasen, oder organische Säuren und organische Basen.

Unter den Oxygenoiden ist der Sauerstoff bei weitem der kräftigste Säure- und Basenbilder, daher die Sauerstoff-Säuren und Sauerstoff-Basen nicht allein am zahlreichsten sind, sondern auch den sauren und basischen Charakter am ausgezeichnetsten darbieten, worauf sich der Name Sauerstoff bezieht. Dem Sauerstoff am nächsten stehen Fluor, Schwefel und Selen, und man nennt auch darum diese vier Grundstoffe Amphigenkörper (*Corpora amphigenia*), d. h. Körper, welche beide Arten von salzbildenden Zusammensetzungen erzeugen. Die übrigen Oxygenoide (Chlor, Brom, Jod), haben das Eigenthümliche, dass sie nur mit Wasserstoff wohl charakterisirte Säuren liefern, daher man auch diese Verbindungen gemeinsam Wasserstoff-Säuren nennt, mit den basischen Metallen dagegen gradeweges selbst zu salzähnlichen neutralen Verbindungen sich vereinigen, weshalb sie auch zum Unterschiede von den Amphigenkörpern Halogenkörper (*Corpora halogenia*) genannt werden, d. h. Körper, welche durch Vereinigung mit den basischen Metallen salzähnliche neutrale Zusammensetzungen liefern. Auch gehen diese letzteren mit den wirklich sauren Wasserstoffverbindungen derselben Grundstoffe keine Vereinigung ein.

Folgende Säuren und Basen sind theils in freiem theils in neutralisirtem Zustande officinell.

I. Säuren.

A. Säuren mit einfachem Radicale. Schwefelige Säure, Schwefelsäure, salpetrige Säure, Salpetersäure, Chlorsäure, unterchlorige Säure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Borsäure, Arsensäure, arsenige Säure, antimonige Säure, Antimonsäure.

B. Sauerstoff-Säuren mit zusammengesetztem Radicale. Klee-säure (Oxatylsäure), Weinsteinsäure (Tartryl-Säure), Citronsäure (Citrylsäure), Aepfelsäure (Malylsäure), Milchsäure (Lactylsäure), Bernsteinsäure (Succinylsäure), Benzoësäure (Benzoylsäure), Gerbsäure (Tannylsäure), Essigsäure, (Acetylsäure), Ameisensäure (Formylsäure)

C. Sulfosäuren. Schwefelwasserstoff-Säure, (Wasserstoff-Sulfid), Schwefelkohlenstoff-Säure, (Kohlenstoff-Sulfid), Schwefelantimon-Säure, (Antimon-Sulfid oder Goldschwefel), schwefelantimonige Säure (antimoniges Sulfid oder Antimon-Sulfür), schwefelarsenige Säure (arseniges Sulfid oder Operment).

D. Wasserstoff-Säuren. Chlorwasserstoff-Säure (Wasserstoffchlorid), Jodwasserstoff-Säure (Wasserstoffjodid), Bromwasserstoff-Säure (Wasserstoffbromid), Cyanwasserstoff-Säure (Wasserstoffcyanid).

II. Basen.

A. Basen mit einfachem Radicale:

a. eigentliche Alkalien (in reinem und kohlensaurem Zustande in Wasser löslich): Kali, Natron, Lithion.

b. erdige Alkalien (in reinem Zustande löslich, in kohlensaurem unlöslich): Baryt, Kalk, Magnesia.

c. Erden (an und für sich und auch durch Kohlensäure unlöslich): Thonerde.

d. Basische Schwermetalloxyde: Eisenoxydul, Eisenoxyd, Manganoxydul, Zinnoxid, Cadmiumoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Quecksilberoxyd, Quecksilberoxydul, Kupferoxyd und Silberoxyd.

B. Basen mit zusammengesetztem Radicale.

Ammoniumoxyd und die basischen gepaarten Ammoniakverbindungen oder sogenannten Alkaloide, Aethyloxyd, Methyloxyd.

§. 28.

Salze. Die aus der wechselseitigen Einwirkung der Säuren und Basen hervorgehenden Zusammensetzungen werden, wie schon erwähnt, Salze genannt. Sie bilden eine an Gliedern sehr zahlreiche Gruppe von chemischen Zusammensetzungen. Man unterscheidet gewöhnlich Amphidsalze und Haloidsalze.

a. *Amphidsalze* sind solche, in denen die Säure und die Base, aus deren wechselseitigen Einwirkung das Salz hervorgegangen ist, ungeschmälert enthalten sind. Dahin gehören z. B. die Sauerstoffsalze, d. h. die Verbindungen von Sauerstoffsäuren mit Sauerstoffbasen (schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali), dann die Schwefelsalze oder die Verbindungen von Sulfosäuren mit Sulfobasen (z. B. das sogenannte *Schlippe'sche Salz*). Die Amphidsalze sind entweder homogen, d. h. Verbindungen von Säuren mit gleichnamigen Basen, wie die so eben angeführten Beispiele, oder heterogen, d. h. Verbindungen von Säuren mit ungleichnamigen Basen, z. B. chromsaures Chlorkalium, sulfokohlensaures Aethyloxyd. Die heterogenen Amphidsalze sind verhältnissmässig wenig zahlreich.

Unter den Amphidsalzen sind besonders diejenigen, welche in Säure und Base Sauerstoff als gemeinschaftlichen Bestandtheil enthalten, also die Sauerstoffsalze, bei weitem die zahlreichsten und wichtigsten. Je nach den Verhältnissen, in denen in ihnen Säure und Base enthalten sind, werden unterschieden: normale (neutrale), saure und basische Sauerstoffsalze (vgl. S. 451). Doppel-Sauerstoffsalze werden die Verbindungen von zwei Sauerstoffsalzen unter einander genannt, wenn diese nach bestimmten stöchiometrischen Verhältnissen stattfinden, z. B. der Alaun, das sogenannte *Seignettsalz*. Dagegen gehören solche gemengte Salze nicht hierher, welche beim Zusammenkrystallisiren isomorpher Salze sich erzeugen, und deren Vereinigung lediglich auf Isomorphie (vgl. S. 8) der Gemengtheile beruht und in durchaus unbestimmten Verhältnissen stattfindet, z. B. der gemengte Vitriol.

β. *Haloidsalze*. Mit diesem Namen bezeichnet *Berzelius* die Verbindungen, welche aus der wechselseitigen Einwirkung von sogenannten Wasserstoffsäuren (Chlor-, Jod-, Brom-, Cyanwasserstoffsäure) und Sauerstoffbasen (oder auch Schwefelbasen) hervorgehen. Es sind Salze, in denen die Säure und Base, welche zusammengebracht worden, nicht unzersetzt enthalten sind, sondern beim

Zusammenbringen eine Zerlegung erlitten haben, indem nämlich der Wasserstoff der Säure sich mit dem Sauerstoff (Schwefel) der Base zu Wasser (Schwefelwasserstoff) verbunden hat, während das Oxygenoid der Säure, an das Radical der Base tretend, das Haloid-salz erzeugte.

Man unterscheidet normale (neutrale) Haloidsalze, in denen weder unzersetzte Säure noch unzersetzte Base enthalten ist (z. B. das Kochsalz oder Natriumchlorid); saure Haloidsalze, welche einen Antheil unveränderter Säure (chlorwasserstoffsäures Chlorgold oder saures Goldchlorid) und basische Haloidsalze, welche einen Antheil unveränderter Base enthalten (z. B. das sog. Algarotpulver (vgl. S. 496) Doppelhaloidsalze sind Verbindungen von zwei Haloidsalzen unter einander, und zwar homogene, wenn beide ein gleichnamiges Oxygenoid enthalten (z. B. das krystallisirte Natrium-Goldchlorid, vgl. S. 211), oder heterogene, wenn in beiden ein verschiedenes Oxygenoid vorhanden (z. B. das *Geoghan'sche* Salz, aus Quecksilber-Jodid und Cyankalium bestehend).

Eine andere Ansicht von der Constitution der Salze, welche besonders geeignet ist, die Zusammensetzung der Salze, sowohl der Amphidsalze als auch der Haloidsalze, auf analoge stöchiometrische Principien zurückzuführen, und somit die Scheidewand aufzuheben, welche ihrer Vereinigung zu einer systematischen Gruppe von ähnlichen stöchiometrischen Zusammensetzungen entgegen steht, wurde schon vor langer Zeit von *Dulong* aufgestellt (*Berzelius* Lehrbuch 5te Auflage III. 12 und ff.) und darf um so weniger hier ganz unerwähnt gelassen werden, als sie in jüngster Zeit von Neuem von bedeutenden chemischen Autoritäten (*Graham* und *Liebig*) zur Sprache gebracht worden ist. Nach dieser Ansicht sind alle Säuren Verbindungen gewisser Radicale mit Wasserstoff, und die Salze Verbindungen derselben Radicale mit Metallen, entstanden durch Verdrängung des Wasserstoffs der Säuren durch ein Aequivalent Metall, entweder beim unmittelbaren Zusammenbringen der Säure mit dem basischen Oxyde desselben Metalls, wo dann der Wasserstoff der Säure an den Sauerstoff des Oxyds tritt und Wasser erzeugt, während das Säureradical mit der metallischen Grundlage des Oxyds zu einem Salze sich vereinigt. Ausserdem kann aber auch dasselbe Salz unmittelbar durch Aufeinanderwirken des isolirten Säureradicals, wenn dasselbe isolirbar ist, und des Metalls hervorgebracht werden. Das Säureradical selbst ist entweder einfach, oder zusammengesetzt; zu den ersten gehören Chlor, Jod, Brom, Fluor, zu den letzteren Cyan, Schwefelcyan, Mellon und endlich die Radicale der nach der herrschenden Theorie als Sauerstoffsäurehydrate bezeichneten Säuren, welche der *Dulong'schen* Hypothese gemäss als Zusammensetzungen erster Ordnung betrachtet werden müssen, wodurch man z. B. in Bezug auf Schwefelsäure erhält: $SO^4 + H$ (entsprechend der Chlorwasserstoffsäure = $Cl + H$) anstatt $SO^3 + H^2O$, und für schwefelsaures Kali $SO^4 + K$ (entsprechend dem Chlorkalium = $Cl + K$) anstatt $SO^3 + KO$.

Es waltet hier nur der Unterschied ob, dass das Radical Cl einfach, das Radical SO^4 zusammengesetzt, das Radical Cl isolirbar, das Radical SO^4 aber in isolirter Form unbekannt, seine Existenz daher eine hypothetische ist. Für den ersten Unterschied haben wir im Cyan (CN), für den zweiten im Fluor ein Analogon. Dem hier beispielsweise aufgeführten Radical SO^4 hat *Graham* den Namen Sulfatoxygen und seinen Salzen den Namen Sulfatoxyde gege-

ben, was *Otto* sehr zweckmässig in Sulfan (analog dem Ausdrucke Cyan) und Sulfa nide (analog dem Ausdrucke Cyanide) ungeändert hat. Einfach-Schwefelsäurehydrat wäre sonach Wasstoffsulfanid, und schwefelsaures Kali wäre Kaliumsulfanid. Die wasserleere Schwefelsäure tritt aus der Reihe der wahren Säuren heraus, und wird ein zusammengesetztes Säureradical (Sulfin nach *Otto*), was allerdings sehr gut das eigenthümliche indifferente Verhalten der wasserleeren Schwefelsäure gegen gewisse Körper erklärt.

Rücksichtlich der ausführlichen Darstellung dieser interessanten Hypothese muss ich auf *Liebig's* Bearbeitung des chemischen Theils von *Geiger's* Handbuch der Pharmacie S. 605 und auf *Otto's* deutsche Bearbeitung von *Graham's* Lehrbuch der Chemie I. S. 326, verweisen, und erlaube mir nur noch die folgenden darauf bezüglichen Worte von *Liebig* (a. a. O. s. 606) anzuführen. „Diese Ansicht hebt die Scheidewand auf, welche man zwischen den Haloidsalzen und den Sauerstoffen gezogen hat, keine der bekannten Erfahrungen steht mit derselben in Widerspruch, und es ist in der organischen Chemie von besonderer Wichtigkeit, sich mit der Form bekannt zu machen, in der sie uns die Säuren und ihre Verbindungen betrachten lässt, indem sie als Hilfsmittel dienen kann, sich von vielen Erscheinungen Rechenschaft zu geben, worüber die gewöhnliche Ansicht keinen Aufschluss giebt.“ — Andererseits vergleiche man ebenfalls die neuerdings ausgesprochene Ansicht von *Berzelius* hierüber in dessen Jahresbericht XIX. S. 226. und Lehrbuch a. a. O.

§ 29.

Wie innig auch in einem Salze Säure und Base mit einander vereinigt sind, so können sie doch leicht wieder von einander getrennt werden, insofern nämlich die chemische Anziehung zwischen Säure und Base nicht für jede Säure und jede Base gleich gross ist. Wenn man daher ein Salz der Einwirkung einer Säure unterwirft, welche eine stärkere Anziehung zur Basis des Salzes besitzt, als die bereits damit verbundene Säure, so wird diese letztere abgeschieden und ihre Stelle durch die stärkere Säure eingenommen. So treibt z. B. die Schwefelsäure, welche unter allen Säuren die grösste chemische Anziehung zu den Basen besitzt, jede andere Säure aus ihrer Verbindung mit irgend einer Basis aus. Dasselbe findet umgekehrt mit den Basen statt. Sehr selten ist es der Fall, dass ein Salz ohne Vermittelung einer anderen Säure oder einer anderen Basis zerlegt werden kann. Es tritt diess nur ein, wenn die Anziehung zwischen den Bestandtheilen des Salzes nur gering, und der eine Bestandtheil flüchtig, der andere aber feuerbeständig ist. Verbindungen der Art sind z. B. die Verbindungen der Thonerde mit flüchtigen Säuren; werden diese in passenden Destillationsgefässen erhitzt, so trennt sich die flüchtige Säure von der nicht flüchtigen Basis und destillirt über.

Eine Zersetzung der letzteren Art bezeichnet man als eine einfache; eine Zersetzung der ersteren Art dagegen, wo eine schwächere Säure durch eine stärkere, oder eine schwächere Base durch eine stärkere Base aus ihrer Verbindung abgeschieden wird, wird Zersetzung durch einfache Wahlziehung genannt. Eine dritte Art von Zer-

setzung ist endlich noch die, wo zwei Salze oder zwei Verbindungen überhaupt ihre Bestandtheile wechselseitig austauschen. Man nennt einen solchen Vorgang eine Wechselersetzung oder eine Zersetzung durch doppelte Wahlziehung. Eine Zersetzung der Art findet z. B. statt, wenn essigsaures Natron mit schwefelsaurem Eisenoxyd, oder essigsaures Bleioxyd mit schwefelsaurem Natron zusammengebracht werden. Es entsteht im ersten Falle essigsaures Eisenoxyd und schwefelsaures Natron, im zweiten Falle essigsaures Natron und schwefelsaures Bleioxyd, wie im ersten Falle aus dem Farbenwechsel, im zweiten aus dem weissen Niederschlag (schwefelsaures Bleioxyd) zu ersehen ist. Eine solche Wechselersetzung geschieht überhaupt in allen Fällen, wo zwei lösliche Salze, oder überhaupt zwei lösliche Verbindungen, welche durch Austausch ihrer Bestandtheile die Erzeugung einer unlöslichen Verbindung veranlassen können, in wässriger Auflösung mit einander vermischt werden, und auch hier treten die oben bemerkten Zahlenäquivalente bedeutungsvoll hervor, wie nachstehendes Beispiel deutlich darlegen wird.

Schwefelsaure Magnesia und salpetersaurer Baryt sind zwei Salze der Art; beim Zusammenbringen beider entsteht salpetersaure Magnesia, welche aufgelöst bleibt, und schwefelsaurer Baryt, welcher als ein weisses Pulver niederfällt und worin die ganze Schwefelsäure enthalten ist, welche vorher mit der Magnesia verbunden war. Werden nun 51 Theile Magnesia genau mit mit Wasser verdünnter Schwefelsäure neutralisirt, und zu der also erhaltenen Flüssigkeit so lange von einer in bekannten Verhältnissen bereiteten Auflösung von salpetersaurem Baryt zugesetzt, als noch dadurch eine Trübung stattfindet, so wird man finden, dass genau 326 salpetersaurer Baryt, worin 191 Baryt und 135 Salpetersäure enthalten sind, erforderlich sein werden; ferner dass der gewonnene schwefelsaure Baryt 291 Theile betragen und dass die salpetersaure Magnesiaauflösung eben so vollkommen neutral sein wird, wie vorher die schwefelsaure Auflösung; alles ganz in Uebereinstimmung mit den im §. 26 S. 43 gegebenen Zahlenausdrücken für die wechselseitigen chemischen Werthe des Baryts, der Schwefelsäure und der Salpetersäure. Diese Erscheinung, der zufolge zwei neutrale Salze durch Wechselersetzung wieder zwei neutrale Salze erzeugen, wird das Gesetz der ungestörten Neutralität genannt.

§ 30.

d. Gepaarte Zusammensetzungen. Die zusammengesetzten Körper dieser Art, auf welche ganz besonders *Berzelius* in neuester Zeit aufmerksam gemacht hat, sind sehr merkwürdig und, wie es scheint, sehr zahlreich. Viele finden sich fertig gebildet vor, besonders in organisirten Körpern, andere lassen sich leicht künstlich erzeugen. Letztere, die künstliche Erzeugung, findet nämlich ganz besonders statt, wenn Säuren oder Basen mit zusammengesetzten Körpern in Wechselwirkung gebracht werden, welche an und für sich nicht fähig sind, mit Säuren und Basen unmittelbar sich zu vereinigen. Sehr häufig gehen nun in solchen Fällen ein- oder wechselseitige Zersetzungen vor sich, deren Producte im Entstehungsmomente mit dem einen oder dem andern der angewandten chemischen

Agentien sich verbinden, so aber, dass letztere hierbei meistens ihren ursprünglichen allgemeinen Charakter beibehalten, in ihren speciellen Eigenthümlichkeiten aber mehr oder weniger wesentliche Modificationen erleiden. So kennen wir gepaarte Säuren (z. B. Aether-Schwefelsäure, Pikrin-Salpetersäure), gepaarte Basen (z. B. Harnstoff, Sinamin), und gepaarte neutrale Zusammensetzungen (z. B. Oxamid, Salicin. Der mit der Säure oder mit der Base verbundene Körper wird der Paarling genannt. Derselbe geht in alle Verbindungen der Säure oder der Base mit ein, ohne abgeschieden zu werden; und bleibt auch nach der Abscheidung dieser letzteren aus den Verbindungen in den allermeisten Fällen mit der Säure oder der Base vereinigt. Eine interessante Ausnahme hiervon bietet unter andern die Aetherkohlenensäure dar. Gewöhnlich sind die Eigenschaften, welche die Säure und die Base im ungepaarten Zustande darbieten, durch die Gegenwart des Paarlings so wesentlich verändert, dass sie durch die gewöhnlichen Reagentien nicht mehr erkannt werden können. So werden z. B. die gepaarten Schwefelsäuren durch Baryt- und Bleioxyd-Salze nicht afficirt. Nicht selten gelingt es aber doch; aus einer gepaarten Säure die ursprüngliche Säure oder den Paarling mit allen ursprünglichen Eigenschaften zu trennen, dadurch, dass man die gepaarte Verbindung der Einwirkung von Reagentien unterwirft, welche den einen der nähern Bestandtheile zersetzen, auf den andern aber keine Wirkung ausüben. Dies ist z. B. mit der Mandelsäure (S. 183) und mit der Hippursäure (S. 74) der Fall. In den allermeisten Fällen dagegen ist es gar nicht möglich eine gepaarte Verbindung so zu zerlegen, dass aus den Zerlegungsproducten ein sicherer Schluss über die wirkliche Zusammensetzung gemacht werden könnte, wenn diese nicht aus anderweitigen Verhältnissen mit Sicherheit hervorginge. *) Es ist daher

*) Als ein hierher gehöriges sehr aufklärendes Beispiel führt *Berselius* (Lehrb. 5te Abth. I. 676) die Oxaminsäure an, welche aus dem zweifach-oxalsaurem Ammoniumoxyd sich erzeugt, wenn dieses hinreichende Zeit bei einer Temperatur zwischen 220° und 230° C. erhalten wird. Dieses Salz besteht aus 1 Aeq. oxalsaurem Ammoniumoxyd und 1 Aeq. Oxalsäurehydrat. In dem Augenblicke nun, wo sich das erstere bei der angegebenen Temperatur in Oxamid (S. 105) verwandelt, bleibt dieses mit der wasserhaltigen Oxalsäure in Verbindung und bildet damit die von *Balard* entdeckte Oxaminsäure, d. h. gepaarte Oxalsäure, deren Paarling Oxamid ist. Wäre aber das Oxamid noch nicht entdeckt und dessen Eigenschaften daher unbekannt, so hätten wir keine Gründe, diese Säure als eine gepaarte Oxalsäure zu betrachten. Wir würden die Bestandtheile des Oxamids als integrierende Bestandtheile der Säure ansehen, und wir hätten allen Grund, dieselbe als eine Verbindung von einem zusammengesetzten Radicale = $C^4H^4N^2$ mit 5 Aeq. Sauerstoff zu betrachten. — Ganz ähnlich wie mit der Oxaminsäure verhält es sich höchst wahrscheinlich mit der von *Wöhler* entdeckten Euchronsäure und mit der Asparaginsäure. So wie jene Oxamid-Oxalsäure ist, so ist die erstere Paramid-Mellithsäure = $C^6N^2H^2O^4 + C^4O^3$ und die zweite Asparamid-Äpfelsäure = $C^4N^2H^2O^3 + C^4H^4O^4$. Diese drei Säuren sind aber in der That doppelgepaarte Verbindungen, insofern Paramid, Oxamid und Asparamid wahrscheinlich selbst wieder gepaarte Zusammensetzungen sind, deren nähere Bestandtheile, allerdings in freiem Zustande noch nicht bekannt sind, nämlich Paramid = $N^2H^2 + C^6O^4$, Oxamid = $N^2H^4 + C^2O^2$, Asparamid = $N^2H^4 + C^4H^4O^3$ (vgl. § 48)

nicht unwahrscheinlich, dass viele der in organisirten Körpern vorkommenden sowohl sauren, basischen als neutralen Zusammensetzungen, welche wir zur Zeit, in Ermangelung von Thatsachen, welche auf eine Zusammensetzung anderer Art hinweisen, als einfache Oxydationsstufen zusammengesetzter Radicale oder auch als unmittelbare ternäre oder quaternäre Zusammensetzungen betrachten, zu dieser Klasse von Verbindungen gehören, z. B. die aetherisch-öligten Säuren (§ 66 c.), die fixen fetten Säuren (§ 66 d.), die Alkaloide (§ 67), die Zuckerarten (§ 58 4).

§ 31.

e. **Isomerische Zusammensetzungen.** Bereits früher ist die merkwürdige Eigenschaft mehrerer einfachen Grundstoffe erwähnt worden, unter dem Einfluss gewisser, noch nicht ermittelter Umstände, ungleiche Eigenthümlichkeiten anzunehmen. Diese Erscheinung nun, welche man bei diesen, wie schon erwähnt, mit dem Namen Allotropie bezeichnet, findet auch bei vielen zusammengesetzten Körpern statt, welche bei gleichartigem Zusammengesetztsein, rücksichtlich sowohl der Qualität, als auch der relativen Quantität der wägbaren Elemente doch durchaus ungleichartige Eigenschaften darbieten. Man bezeichnet hier diese Erscheinung mit dem Ausdrucke Isomerie oder Isomerismus, ein Name der von dem griechischen *ισομερής* abgeleitet ist, was aus gleichen Theilen zusammengesetzt bedeutet.

Die Ursache dieser Erscheinung mag wohl in vielen Fällen der verschiedene allotropische Zustand des einen oder mehrerer der einfachen Bestandtheile, und in anderen die ungleiche Ordnung sein, in welcher sich die kleinsten ungleichartigen Theile (Atome) der Grundstoffe zusammen gruppirt haben. Als Beispiele der ersten Art dürften vielleicht Cyan und Paracyan, Weinstein- und Traubensäure (S. 132 Anm.), ferner Maleal- und Paramalealsäure (S. 93 Anm.) gelten. Beispiele der zweiten Art stellen das ameisensaure Aethyloxyd ($C^4H^{10}O + C^2H^2O^3$) und das essigsäure Methyloxyd ($C^2H^6O + C^4H^6O^3$), das Essigsäurehydrat ($C^4H^6O^3 + H^2O$) und das ameisensaure Methyloxyd ($C^2H^6O + C^2H^2O^3$) unzweifelhaft dar.

Berzelius unterscheidet drei verschiedene Abstufungen von Isomerie, nämlich 1) Isomerie im engeren Sinne, oder gleichartige sowohl procentische als stöchiometrische Zusammensetzungen, z. B. Weinsteinsäure und Traubensäure, Maleal- und Paramalealsäure; 2) Polymerie, oder gleichartige procentische, aber ungleichartige stöchiometrische Zusammensetzungen, z. B. ameisen-saures Aethyloxyd und essigsäures Methyloxyd, Essigsäurehydrat und ameisen-saures Methyloxyd; endlich 3) Metamerie oder gleichartige procentische Zusammensetzungen, verbunden mit möglicher Umwandelbarkeit der einen isomeren Zusammensetzung in die andere, z. B. Harnstoff und cyansaures Ammoniumoxyd.

§ 32.

f. Zusammensetzungen mit organischer Structur. Eine eigenthümliche Art von zusammengesetzten Körpern stellen ferner die Zusammensetzungen dar, welche bei constanter procentischer Zusammensetzung im vollkommen reinen Zustande eine durch das bewaffnete Auge deutlich wahrnehmbare organische Structur darbieten, die beim Auflösen, gleichviel ob durch Wasser oder ein anderes chemisches Agens, unwiederbringlich zerstört wird. Es gehören dahin die Stärke, die Holzfaser und das thierische Bildungsgewebe. Die ersteren bestehen ausschliesslich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und zwar beide letzteren in dem relativen Verhältnisse wie im Wasser; die letzteren enthalten ausserdem noch Stickstoff und Schwefel als Bestandtheile. Sie sind ausschliesslich Erzeugnisse des organischen Bildungstrieb.

§ 33.

g. Endlich die metamorphischen Stoffe (*Corpora commutabilia*), mit welchem Namen man eine eigne Klasse von räthselhaften organischen Körpern bezeichnen kann, deren generischer Charakter darin besteht, dass, wenn sie einmal aus ihrer normalen Bildungssphäre herausgetreten sind, ihre Elemente in keinem Zeitmomente eines Zustandes wechselseitiger Stabilität fähig sind, sondern in einem Zustande fortdauernder Umsetzung sich befinden, daher auch diese Körper in einer beharrenden Form sich niemals darstellen lassen. — Eine zweite charakteristische Eigenschaft dieser Körper ist ausserdem noch die Fähigkeit derselben, in anderen Körpern, welche an und für sich ein ausgezeichnetes Beharrungsvermögen besitzen, eine ähnliche Action hervorzurufen, wenn sie mit ihnen unter gewissen Verhältnissen in innige Berührung gebracht werden.

Zu diesen merkwürdigen Körpern ist der Stoff zu rechnen, welcher sich im Keimungsprocess in den Saamen der Cerealien entwickelt und welchen man Diastase genannt hat, ferner die Hefe, das Synaptas, das Myrosin, Pepsin, höchst wahrscheinlich auch das sogenannte Wurst- und Käsegift und die thierischen Contagien (m. vgl. *Liebig's organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie* S. 342 u. ff.)

§ 34.

Chemische Operationen.

Die Scheidung der Körper aus ihren Verbindungen und Wiedervereinigung derselben zu neuen anderweitigen Zusammensetzungen sind beide Erfolge einer Reihe von Operationen, welche man

mit dem Namen chemische Operationen bezeichnet hat. Diejenigen unter diesen, welche am meisten in den pharmaceutischen Laboratorien in Ausübung kommen, sind:

1) *Auflösung*, nennt man die Vereinigung eines festen Körpers mit einem flüssigen zu einem homogenen Ganzen, ebenfalls von flüssiger Beschaffenheit. Wenn von zwei flüssigen Körpern die Rede ist, so gebraucht man die Ausdrücke: Mischen, Mischung, mischbar. Ist aber ein luftförmiger und ein flüssiger gemeint, so heisst es absorbiren und Absorption.

Man unterscheidet einfache und chemische Lösung; diese letztere findet statt, wenn die Auflösung zugleich von einer chemischen Vereinigung der sich auflösenden Körper begleitet ist. Bei der einfachen Auflösung findet keine chemische Vereinigung statt, der gelöste starre Körper kann in den meisten Fällen durch einfaches Verdampfen des Lösungsmittels wieder mit seinen ursprünglichen Eigenschaften ausgeschieden werden. Von dieser Art sind die Lösungen der meisten Salze in Wasser und Weingeist. Chemische Auflösungen sind alle Auflösungen der Metalle und Metalloxyde in Säuren.

Die Auflösung, von welcher Art sie auch sei, wird um so mehr beschleunigt, in je feiner vertheiltem Zustande der starre Körper dem flüssigen dargeboten wird. *) Eben so beschleunigend wirkt auch Temperaturerhöhung, indess findet hier zwischen einer einfachen und einer chemischen Lösung der Unterschied statt, dass bei letzterer, wie auch die Auflösung durch Erhöhung der Temperatur beschleunigt wird, die Menge des sich lösenden starren Körpers in allen Fällen doch dieselbe bleibt, während dagegen bei einer einfachen Lösung die Menge des sich lösenden starren Körpers immer von der Temperatur abhängig ist, und in den meisten Fällen mit dieser wächst. Ich sage in den meisten Fällen, denn allerdings giebt es merkwürdige Ausnahmen von diesem Gesetze; so ist Kalk in kaltem Wasser löslicher als in heissem, Kochsalz in eiskaltem Wasser löslicher als in Wasser von $+ 14^{\circ}$. Auch das Glaubersalz zeigt die auffallende Erscheinung, dass seine Löslichkeit in Wasser beim Erwärmen bis zu 33° in raschem Verhältnisse zu, dann bei weiterem Erhitzen wieder langsam abnimmt. Bei manchen Salzen nimmt die Löslichkeit mit der Erwärmung in einem sehr einfachen Verhältnisse zu, so dass wenn ihre Löslichkeit bei 0° gefunden, und die Zunahme der Löslichkeit durch Temperaturerhöhung um 1° bekannt ist, hieraus die Löslichkeit bei jeder gegebenen Temperatur berechnet werden kann. So lösen 100 Wasser

*) Sehr erleichtern kann man sich übrigens die Ausführung vieler, sowohl einfacher, als auch chemischer Auflösungen dadurch, dass man den aufzulösenden starren Körper nur mit der oberen Schicht der lösenden Flüssigkeit in Berührung setzt. Denn da die Auflösung specifisch schwerer ist, als die auflösende Flüssigkeit, so senkt sich stets die gesättigte Flüssigkeit zu Boden, während der aufzulösende Körper immer von einem ungesättigten Antheile derselben umgeben bleibt. Bei solcher Verfahrnung wird auch der aufzulösende Körper zweckmässiger in unzerkleinertem Zustand angewandt.

bei 0° 29,23 Chlorkalium (salzsaures Kali) auf, und bei jedem Grade Temperaturerhöhung 0,2738 weiter; seine Löslichkeit bei 40° ist also gleich $29,23 + 40 \times 0,2738$; auf ähnliche Weise verhalten sich schwefelsaures Kali, salzsaurer Baryt und schwefelsaure Magnesia. Bei vielen anderen Salzen, wie bei salpetersaurem Kali, chloresurem Kali, schwefelsaurem Natron und salpetersaurem Baryt steigt die Löslichkeit in einem viel rascheren Verhältnisse als die Temperaturerhöhung. Noch andere Körper sind in heissem Wasser kaum merklich löslicher als in Wasser von gewöhnlicher Temperatur, z. B. Kochsalz.

Die auflösende Kraft des Wassers gegen ein Salz nimmt bisweilen zu, wenn das Wasser schon ein anderes Salz gelöst enthält. So löst sich salpetersaures Kali reichlicher in einer Lösung von Kochsalz, schwefelsaures Kali in Bittersalzlösung, als in reinem Wasser. Die Ursache dieses Erfolges ist in den meisten Fällen in einem zwischen den einzelnen gelösten Körpern vor sich gehenden Austausch der Bestandtheile, wodurch neue löslichere Verbindungen erzeugt werden, oder auch in der Bildung eines löslicheren Doppelsalzes begründet.

So wie eine chemische Lösung stets von einer mehr oder minder grossen Wärmeentwicklung begleitet ist, so findet zwar bei einfachen Lösungen in vielen Fällen ein Gleiches statt, aber es kann sich hier auch das Gegentheil ereignen, d. h. Wärmeerschließung, also Kälteerzeugung. Merkliche Wärmeentwicklung findet bei Bereitung einfacher Lösungen besonders dann statt, wenn Salze, welche im krystallisirten Zustande viel Krystallisationswasser enthalten, im festsirten, d. h. getrockneten Zustande, in Wasser aufgelöst werden. Bei der ersten Berührung des getrockneten Salzes mit dem Wasser wird nämlich ein Antheil des Wassers gebunden, d. h. starr, und es findet eine Entwicklung von Wärme statt, deren Menge mehr beträgt als nöthig ist, um das Salz aus dem starren Zustand in den flüssigen überzuführen; dieser Ueberschuss ist dann durch das Gefühl wahrnehmbar. Hatte man dagegen das Salz krystallisirt angewandt, so wird sowohl das starre Salz, als auch das starre Krystallisationswasser flüssig, folglich Wärme verschluckt, und Kälte erzeugt.

Wärmeentwicklung findet auch statt, wenn zwei verschiedene mischbaren Flüssigkeiten (z. B. Alkohol und Wasser) mit einander vermischt werden, oder auch, wenn man einen luftförmigen Körper durch einen flüssigen absorbiren lässt. In beiden Fällen findet nämlich Verdichtung statt, d. h. die Mischung nimmt einen kleineren Raum ein, als die unvermischten Bestandtheile vorher einzeln einnahmen.

2) *Schmelzung* (Fusio) nennt man diejenigen Operationen, wobei starre Körper mit Hülfe des Feuers flüssig gemacht werden.

Manche Körper, besonders Metalle, schmelzen, wenn sie zusammen erhitzt werden, zuweilen bei einer weit geringeren Temperatur, als diejenige ist, bei welcher jeder für sich allein schmilzt. Dies rührt wahrscheinlich in allen Fällen daher, dass sich eine leichtflüssigere chemische Verbindung erzeugt. So schmilzt bekanntlich eine Legirung

aus 8 Wismuth, 5 Blei und 3 Zinn (*Rose's Metallgemisch*) noch unter dem Siedepunkt des Wassers. Ein Gemeng aus kohlen saurem Kali und kohlen saurem Natron schmilzt bei einer niedrigeren Temperatur, als jedes der einzelnen Salze, und man bedient sich in der analytischen Chemie mit Vortheil eines solchen Gemenges zur Aufschliessung kieselsaurer Mineralien im Platintiegel.

3) *Verdampfung* (Evaporatio) ist derjenige Process, mittelst welchem aus einer auf irgend eine Weise bereiteten einfachen Lösung das flüssige, flüchtige Medium durch Verdampfung entfernt, und der aufgelöste feuerbeständige Körper entweder isolirt abgeschieden oder in concentrirtem Zustande dargestellt wird. Diese Operation ist eine der angewandtesten, die Anstellung derselben ist jedoch je nach der Beschaffenheit des Auflösungsmittels und der aufgelösten Körper verschieden. Ist das Auflösungsmittel von der Art, dass es nach Entfernung des aufgelösten Körpers noch weiter benutzt werden kann, so geschieht die Verdampfung stets in verschlossenen Gefässen, und sie fällt dann mit der nachfolgenden Operation, der Destillation, zusammen.

Von der Beschaffenheit des aufgelösten Körpers hängt die Art der Verdampfung insofern ab, als es viele Körper giebt, welche ohne Zersetzung zu erleiden keine Erhöhung der Temperatur über den gewöhnlichen mittleren Stand derselben auszuhalten vermögen, andere dagegen nur eine mässige, und wieder andere in denen der freie Zutritt der atmosphärischen Luft während der Verdampfung eine solche Zersetzung erzeugt.

Die ersteren, wohin mehrere Säuren, dann das Wasserstoffhyperoxyd und einige anorganische und organische Salze, wie z.B. salpetersaures Strychnin, gehören, werden im luftverdünnten Raume mit gleichzeitiger Anwendung hygroskopischer Substanzen, als Schwefelsäure oder salzsauren Kalks, verdampft. In den meisten Fällen reicht es aber auch schon hin, die Lösungen unter Glasglocken neben Vitriolöl hinzustellen, um die Verdampfung zu bewerkstelligen. Zu denjenigen Körpern, welche theils durch eine zu hohe Erhitzung, theils durch den Zutritt der Luft verändert werden, gehören besonders die mit Wasser bereiteten Auszüge vegetabilischer Stoffe, die sogenannten Extracte. Billigerweise sollten diese Präparate nur höchst concentrirt mit Hülfe hydrostatischer Pressvorrichtungen angefertigt und unter vermindertem Luftdrucke vollends eingedickt werden.

In solchen Fällen, wo die atmosphärische Luft zwar keinen nachtheiligen Einfluss auf die verdampfende Lösung ausübt, andere Umstände es aber erforderlich machen, die Verdampfung nicht blos langsam und unterhalb einer abgemessenen Temperatur, sondern auch in Gefässen, welche nicht unmittelbar dem freien Feuer ausgesetzt werden können, vorzunehmen, werden die sogenannten Bäder, Sandbäder und Wasserbäder (*Marienbad*), angewandt. Lösungen von Chlorkalcium, welche bei einem specifischen Gewicht von 1,4 eine Temperatur = 120° erlangt, und von Chlorzink, welche bis nahe zum Rothglühen, ohne Zersetzung zu erleiden, erhitzt werden kann, können zu demselben Zweck ebenfalls mit grossem Vortheil benutzt werden.

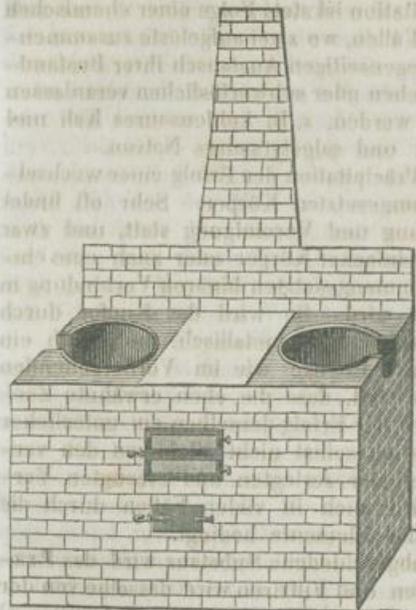
Die Temperatur des Sandbades kann natürlicherweise bis zu jeder Temperatur gesteigert werden.

4) *Destillation* ist diejenige Operation, bei welcher aus gewissen Substanzen durch Erhitzung in passenden Gefässen flüchtige flüssige Producte abgeschieden werden, welche letztere indess in vielen Fällen nicht sowohl Producte, als vielmehr Educte aus den der Destillation unterworfenen Substanzen sind.

Man unterscheidet die trockene und nasse Destillation. Erstere nennt man diejenige, wo eine trockene Substanz, gewöhnlich organischen Ursprungs, in einer irdenen oder eisernen, selten gläsernen Retorte der Einwirkung einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, und die dabei entstehenden Producte gesammelt werden, welche gewöhnlich in Gasarten, einem sauren und alkalischen Wasser und empyreumatischem Oele bestehen. So bei der trockenen Destillation des Weinsteins, thierischer Substanzen, u. d. m. Zuweilen ist das Destillat wohl auch Educt, so bei der ehemals üblichen Bereitung der Essigsäure durch trockene Destillation des crystallisirten essigsauren Kupfers. Von viel häufigerer Anwendung ist die nasse Destillation, wodurch eine flüchtige Flüssigkeit von weniger flüchtigen Materien geschieden, und der flüchtige Theil zur Benutzung gesammelt wird. Hier ist das Destillat in den meisten Fällen Educt, doch nicht immer, wie bei der Destillation der Aetherarten.

Die Vorrichtung, worin die Destillation vorgenommen wird, heisst der Destillationsapparat, und besteht wesentlich aus 3 Theilen, aus einem Gefässe, in welchem die Verdampfung erfolgt, aus einem Abkühlungsapparate, worin die Dämpfe verdichtet werden, und aus einem Vorstosse, in welchem das verdichtete Destillat aufgesammelt wird. Bei Destillation im Grossen besteht der Destillationsapparat aus einer kupfernen Blase mit zinnernem Helme, und einer gleichfalls aus Zinn verfertigtem Abkühlungsvorrichtung, wie unter andern zur Destillation der Wässer. Bei Destillation im Kleinen, oder bei Destillation solcher Flüssigkeiten, welche Metall angreifen würden, bedient man sich gläserner Geräthschaften, welche dann Retorte und Vorlage oder auch Kolben, Helm und Vorlage genannt werden. Der gläsernen Kolben und Helme bedient man sich selten, und nur in solchen Fällen, wo ein Ueberspritzen oder ein Uebersteigen leicht möglich ist und vermieden werden soll, wie z. B. bei Destillation der Essigsäure. Die Destillation aus gläsernen Vorrichtungen geschieht in den pharmaceutischen Laboratorien selten über freiem Feuer, sondern gewöhnlich aus dem Sand- oder Wasserbade, je nach der Flüchtigkeit der zu destillirenden Substanz. Ein Bad aus einer concentrirten Lösung von Chlorcalcium ist in vielen Fällen, wo im Sandbade durch zu grosse Erhitzung leicht ein Brenzlichtwerden des Destillats zu befürchten ist, sehr zweckmässig. Als eine besonders für pharmaceutische Laboratorien sehr praktische und Feuermaterial ersparende Kapellenofeneinrichtung für Glasretorten und Kolben kann ich umstehenden Kapellenofen empfehlen. Das Feuer heizt einen Digestionsraum und zwei Kapellen, indem es dieselben von allen Seiten umspielt. Man gebraucht beim Einsetzen der Retorten die

Vorsicht, sie an der Feuerseite etwas mehr von der Wandung der Kapelle abstehen zu lassen, als an der dem Feuer entgegengesetzten Seite, und sie bei Destillation von minder flüchtigen Flüssigkeiten, z. B. Säuren, ganz und gar mit Sand zu überdecken, indem man dessen Abfließen durch einen Kranz von Lehm verhindert.



Die Kapellen ruhen auf einem auf die hohe Kante gestellten, etwas concav nach dem Kapellenboden eingehauenen Mauersteine, welcher nach dem Feuerraum zu an die Seitenmauer anstößt, auf der entgegengesetzten Seite aber etwa 3—4 Zoll davon absteht, und so den Raum unter der Kapelle in zwei Theile theilt. Der Feuerraum selbst wird am besten mit zolldicken Ziegelplatten, welche auf 2—3 Schienen von Schmiedeeisen

ruhen, überdeckt. Diese Decke wird mit Sand überschüttet und dient so als Digestorium.

5) *Sublimation* wird eine Destillation genannt, wobei das Destillat in fester Form erhalten wird. Sie wird gewöhnlich in Kolben oder Retorten vorgenommen, und das Sublimat setzt sich dabei theils im obern Gewölbe, theils auch im Halse derselben ab. Bei der Sublimation finden zuweilen Zerlegungen statt, welche denen auf nassem Wege entgegengesetzt sind. So findet bei der Sublimation eines Gemenges aus kohlensaurem Kalk und salzsaurem Ammoniak ein wechselseitiges Austauschen der Bestandtheile dieser beiden Salze statt: kohlensaures Ammoniak wird sublimirt, und salzsaurer Kalk bleibt zurück, während auf nassem Wege letzteres Salz durch ersteres zerlegt wird. Ueberhaupt kann man annehmen, dass wenn ein Gemeng aus zwei oder mehreren zusammengesetzten Körpern, welche durch Austausch der Bestandtheile die Erzeugung einer flüchtigeren Verbindung, als jede der einzelnen angewandten Zusammensetzungen, veranlassen können, erhitzt wird, stets auch eine solche Zerlegung vor sich gehen werde. So ist in dem eben erwähnten Falle das entstehende kohlensaure Ammoniak weit flüchtiger, als das angewandte salzsaure Ammoniak. Erhitzt man ferner ein Gemeng aus Schwefelantimon und Chlorquecksilber in angemessenen Verhältnissen, so sublimirt zuerst Chlorantimon, und zuletzt bei stark vermehrtem Feuer steigt auch Schwefelquecksilber auf. Das Chlorantimon ist nämlich weit flüchtiger als die beiden angewandten Verbindungen.

6) *Präcipitation* ist diejenige chemische Operation, bei welcher ein aufgelöster Körper aus dem Lösungsmittel in fester Form abgeschieden, niedergeschlagen wird. Die Präcipitation ist stets Folge einer chemischen Wirkung, und sie erfolgt in allen Fällen, wo zwei aufgelöste zusammengesetzte Körper, welche durch gegenseitigen Austausch ihrer Bestandtheile die Erzeugung eines unlöslichen oder schwerlöslichen veranlassen können, mit einander vermischt werden, z. B. kohlen-saures Kali und salz-saurer Kalk, salz-saurer Baryt und salpetersaures Natron.

Nicht immer ist übrigens die Präcipitation der Erfolg einer wechselseitigen Zerlegung zweier zusammengesetzten Körper. Schr oft findet dabei nur eine einseitige Zerlegung und Vereinigung statt, und zwar in den Fällen, wo entweder ein einfacher Körper oder auch eine einfache Verbindung mit einer zusammengesetzten binären Verbindung in gegenseitige Berührung gebracht wird. So wird das Kupfer durch metallisches Eisen aus seinen Auflösungen metallisch, und durch ein Alkali als Oxyd niedergeschlagen. Ebenso wie im Vorhergehenden findet zwar auch hier das Gesetz statt, dass die eben erwähnte Zerlegung in allen Fällen eintritt, wo der Erfolg derselben ein unlöslicher Körper ist, doch hängt die Zerlegung selbst nicht allein von den verschiedenen Cohäsionsverhältnissen der zerlegten und erzeugten Verbindungen ab, sondern sie wird auch in vielen Fällen durch die elektropolarischen Verhältnisse der Elemente bedingt.

Die bei einer Präcipitation abgeschiedene Substanz wird das Präcipitat genannt; durch Abgiessen und Filtriren wird dasselbe von der Flüssigkeit getrennt, und durch Auswaschen (Auslaugen, Aussüssen) von allen andern fremdartigen Bestandtheilen befreit.

7) *Krystallisation*. Mit diesem Namen bezeichnet man eine andere chemische Operation, deren man sich ebenfalls zur Isolirung von chemischen Verbindungen aus Auflösungen, oder auch zur Trennung derselben von andern, in denselben Auflösungen gleichzeitig enthaltenen Verbindungen bedient. Sie ist auf die früher schon erwähnte Eigenschaft vieler Körper, sowohl einfacher als zusammengesetzter, sich unter hierzu günstigen Umständen in eigenthümlichen, regelmässigen Formen aus ihren Auflösungen abzuscheiden, begründet.

Um die Krystallisation eines Stoffes zu bewirken, muss er stets in den tropfbar- oder elastisch-flüssigen Zustand versetzt werden. Dies geschieht entweder durch erhöhte Temperatur, wodurch die Körper geschmolzen (Schwefel, Wismuth) oder verdampft (Salmiak) werden, oder dadurch, dass man den Stoff mit einem andern in eine Verbindung treten lässt, welche bei der gewöhnlichen, oder bei einer etwas höhern Temperatur tropfbar- oder elastisch-flüssig ist. Es müssen alsdann diejenigen Ursachen wieder hinweggeräumt werden, welche dem Körper die Flüssigkeit ertheilt haben. Dies geschieht durch Erkaltung, oder durch Entziehung desjenigen wägbaren oder unwägbaren Stoffes, mit welchem der zu krystallisirende Körper eine flüssige Verbindung eingegangen war. Stellt man eine gesättigte Auflösung von schwefelsaurer Magnesia zum Erkalten hin, die bei 100° anfang Krystalle abzusondern, bei welcher Temperatur 100 Theile Wasser 78 schwefelsaure Magnesia auflösen, und lässt bis 10° erkalten, wobei 100 Theile Wasser nur

31 Theile schwefelsaure Magnesia auflösen: so krystallisiren 47 Theile heraus. Die Flüssigkeit, welche zurückbleibt, nennt man Mutterlauge. Man dampft sie zu wiederholten Malen ab, nachdem man sie jedesmal hat krystallisiren lassen; sie enthält, wenn man durch Krystallisation verschiedene Substanzen von einander zu trennen beabsichtigt, gewöhnlich fremde Substanzen aufgelöst, welche entweder unkrystallisirbar oder viel leichter löslich sind. Lässt man eine Auflösung langsam krystallisiren, so erhält man grosse Krystalle, welche häufig dadurch, dass sie aus mehreren zusammengruppirt sind, Höhlungen enthalten, worin sich von der Mutterlauge befindet, welche das Salz verunreinigt; um daher den herauskrystallisirten Körper recht rein zu erhalten, muss man durch Umrühren während der Krystallisation die Bildung grosser Krystalle verhindern, das Krystallmehl abtropfen lassen, von Neuem in reinem Wasser auflösen und abermals krystallisiren.

Wenn sich Krystalle bilden, so nehmen sie in vielen Fällen Wasser auf, und zwar ist dasselbe entweder chemisch mit der krystallisirenden Substanz verbunden, oder bloß mechanisch eingemengt. Das Wasser nämlich, welches krystallisirende Körper aufnehmen, ist entweder zu ihrer Existenz in einer bestimmten Krystallform unumgänglich nothwendig, so dass, wenn sie weniger, oder mehr, oder auch gar kein Wasser aufnehmen, die Form der Krystalle sich gänzlich verändert, oder es ist zum Krystallisiren, zur Erlangung einer bestimmten Form, nicht wesentlich erforderlich; im ersteren Falle ist es chemisch gebunden, im letztern nur als etwas Ausserwesentliches eingemengt. Das erstere steht der Quantität nach zu der krystallisirenden Substanz in einem stets gleichbleibenden Verhältnisse bei gleichbleibender Krystallform: so enthält das Glaubersalz stets 56 Proc., Borax 47,1 Proc., kohlen-saures Natron 62,75 Proc. Wasser, wenn sie in der gewöhnlichen Krystallform auftreten. So wie aber die Wassermenge im Glaubersalz und kohlen-saurem Natron nur $\frac{1}{2}$ der obigen beträgt, in Folge veränderter äusserer Verhältnisse, unter den die Krystallisation vor sich ging, sind die Krystalle beider von ganz anderer Form, so auch beim Borax mit der Hälfte der obigen Wassermenge. Aehnliche interessante Erscheinungen bieten noch unter andern das schwefelsaure Eisenoxydul, Manganoxydul und Zinkoxyd, wie an den betreffenden Orten näher erläutert ist. Die Wassermenge, welche ein Salz beim Krystallisiren aufnimmt, kann für jedes verschiedene Salz eine verschiedene sein; sie kann also nicht a priori bestimmt werden, sondern sie muss für jedes Salz durch den Versuch gefunden werden. Demungeachtet zeigt sich aber bei den Krystallen, welche chemisch gebundenes Wasser enthalten, das Gesetz der einfachen und multiplen Proportionen deutlich ausgesprochen, denn die Sauerstoffmenge des Wassers steht zur Sauerstoffmenge der Base eines Salzes oder des ganzen Salzes in einem einfachen Verhältniss in ganzen Zahlen. So ist z. B. der Sauerstoffgehalt im Krystallwasser des Glaubersalzes, Boraxes, kohlen-sauren Natrons zehnmal so gross als in dem Natron, der Base dieser Salze.

Die Temperatur, bei welcher die Krystallisation eines Salzes aus seiner wässrigen Auflösung vor sich geht, ist in vielen Fällen von Einfluss auf den Wassergehalt des Salzes. So krystallisirt Glaubersalz

bei gewöhnlicher Temperatur mit 56 Procent Wasser; erwärmt man eine bis 33° gesättigte Glaubersalzlösung sehr langsam, so krystallisirt ein Salz heraus, welches nur 50 Procent Wasser enthält. Erhält man die Glaubersalzlösung bei einer Temperatur von 33° ohne sie weder zu erhöhen noch zu erniedrigen, so krystallisirt das Salz wasserfrei heraus. Kochsalz krystallisirt bei -10° mit 38 Proc. Wasser.

Die von verschiedenen Temperaturen abhängige Krystallisirbarkeit der Salze aus ihren Auflösungen wird in manchen Fällen zur Hervorbringung chemischer Zersetzungen benutzt. So bereitet man salzsaure Magnesia durch gegenseitige Zersetzung des Kochsalzes und der schwefelsauren Magnesia bei einer Kälte von -3° , wobei Glaubersale anschießt, und salzsaure Magnesia in der Mutterlauge bleibt. Dieser Process lässt sich auch umkehren, erwärmt man nämlich eine gemischte Auflösung von salzsaurer Magnesia und Glaubersalz bis 30° und dampft bei dieser Temperatur weiter ab, so fällt Kochsalz als krystallinisches Pulver nieder und schwefelsaure Magnesia bleibt in der Flüssigkeit. Isomorphe Salze lassen sich durch Krystallisiren nicht scheiden, wenn sie nicht ein sehr verschiedenes Löslichkeitsvermögen besitzen.

Krystalle, welche chemisch gebundenes Wasser enthalten, schmelzen in der Wärme und verlieren bei fortgesetztem Erhitzen das Wasser allmählig, blasen sich dabei auf, schäumen und werden endlich zu einer schwammigen, trocknen Masse, z. B. der gebrannte Alaun, und pflegen dann sich nur langsam im Wasser wieder aufzulösen. Solche Krystalle verwittern auch an der Luft, fatisciren, d. h. sie verlieren durch allmähliges Verdampfen von der Oberfläche aus ihr Wasser, welches bis zu dem gänzlichen Auseinanderfallen fort dauert, sie erscheinen mit Staub bedeckt; indem das die einzelnen Krystalltheile verbindende Wasser fehlt, wird der Zusammenhang aufgehoben, z. B. Glaubersalz. Einige zerfliessen leicht, wenn sie zum Wasserdampfe der Luft grosse Verwandtschaft besitzen, z. B. salzsaurer Kalk.

Gewisse Substanzen effloresciren beim Krystallisiren, d. h. sie steigen durch Capillarität an den Gefässwänden in die Höhe, über den Rand hinweg, längs der äussern Fläche der Gefässe heraus, so dass sehr wenig oder nichts im Gefässe bleibt, z. B. Kaliumeisencyanid. Man kann diesen Uebelstand durch Beölen der Ränder vermeiden. Krystalle, welche mechanisch beigemengtes Wasser enthalten, verknistern, decrepitiren, wenn man sie auf heisse Körper streut, indem das Wasser sich in Dampf verwandelt und seine Krystallhülle mit Geräusch zerbricht.

§ 35.

Tabelle der Aequivalente und Atomgewichte der unzerlegten Körper.

Name des Körpers.	Zeichen.	Aequivalente.		Atomgewichte.	
		O=100	H=1	O=100	H=1
Aluminium	Al	171,167	13,716	171,167	27,432
Antimon	Sb	1612,904	129,243	806,452	129,243
Arsen ¹	As	940,084	75,329	470,042	75,329
Baryum ²	Ba	856,880	68,663	856,880	137,325
Beryllium nach Berzelius	Be, G	331,261	26,544	331,261	53,088
— nach Awdejew ³	—	58,084	4,654	58,084	9,308
Blei	Pb	1294,498	103,728	1294,498	207,458
— neuere Bestimmung, B. ⁴	—	1294,645	103,571	1294,645	207,142
Boron ⁵	B	136,204	10,914	136,204	21,828
Brom	Br	978,306	78,392	489,153	78,392
— nach Marignac ⁶	—	999,300	80,000	499,650	80,000
Cadmium	Cd	696,767	55,833	696,767	111,665
Calcium nach B. ⁷	Ca	251,942	20,152	251,942	40,304
— n. Dumas, Erdmann und Marchand	—	250,000	20,000	250,000	40,000
Cerium nach B.	Ce	574,796	46,051	574,796	92,102
— n. Beringer ⁸	—	577,000	46,464	577,900	92,928
Chlor	Cl	442,652	35,470	221,326	35,470
— nach Marignac ⁹	—	443,210	35,500	321,600	35,500
Chrom ¹⁰	Cr	351,815	18,191	351,815	36,382
Didym	D	—	—	—	—
Eisen ¹¹	Fe	350,000	28,000	350,000	56,000
Erbium	E	—	—	—	—
Fluor ¹²	Fl	233,800	18,734	116,900	18,734
Gold ¹³	Au	1243,013	199,604	1243,013	199,207
Jod ¹⁴	J	1580,520	126,567	790,460	126,567
Iridium	Jr	1233,499	98,841	1233,499	197,682
Kalium ¹⁵	K	489,916	39,457	489,916	78,515
Kobalt	Co	368,991	29,568	368,991	59,135
Kohlenstoff n. B.	C	76,438	6,125	76,438	12,250
— n. Marchand u. Erdmann	—	75,600	6,000	75,000	12,000
Kupfer	Cu	395,695	31,707	395,695	63,415
— n. Erdm. u. Marchand ¹⁶	—	396,000	—	—	—
Lanthan ¹⁷	La	451,879	—	—	—
Lithium	L	80,375	6,440	80,375	12,881
Magnesium ¹⁸	Mg	158,353	12,689	158,353	25,378
Mangan	Mn	345,887	27,716	345,887	55,432
Molybdän	Mo	598,520	47,960	598,520	95,920
Natrium ¹⁹	Na	290,897	23,310	290,897	46,620
Nickel	Ni	369,675	29,622	369,675	59,245
Niobium	Nb	—	—	—	—

62 Tabelle der Aequivalente und Atomgewichte der unzerlegten Körper.

Name des Körpers.	Zeichen.	Aequivalente.		Atomgewichte.	
		O=100	H=1	O=100	H=1
Osmium	Os	1244,487	99,722	1244,487	199,444
Palladium	Pd	665,899	53,359	665,899	106,708
Phosphor ²⁰	P	392,286	31,436	196,143	31,436
Platin	Pt	1233,499	93,841	1233,499	197,682
Quecksilber	Hg	1265,822	101,431	1265,822	202,863
— n. Erdm. u. Marchand ²¹	—	1250,000	100,000	1250,000	200,000
Rhodium	R	651,387	52,196	651,387	104,392
Ruthenium	Ru	—	—	—	—
Sauerstoff n. B.	O	100,000	8,013	100,000	16,026
— nach Dumas u. And.	—	100,000	8,000	100,000	16,000
Schwefel	S	201,163	16,119	201,163	32,239
— neue Best. nach B. ²²	—	200,750	16,060	200,751	32,120
— n. Erdm. u. March. ²³	—	200,000	16,000	200,000	32,000
Selen	Se	494,582	39,631	494,582	79,263
Silber	Ag	1350,000	108,000	1350,000	216,000
Silicium nach B.	Si	277,312	22,221	277,312	44,442
— n. Einbrodt u. Herm. ²⁴	—	184,874	14,790	184,874	29,580
Stickstoff ²⁵	N	175,000	14,000	87,500	14,000
Strontium ²⁶	Sr	547,285	43,853	547,285	87,709
Tantal	Ta	1153,715	92,448	1153,715	184,896
Tellur	Te	801,760	64,250	801,760	128,500
Terbium	Tb	—	—	—	—
Thorium	Th	744,910	59,646	744,910	119,292
Titan	Ti	303,662	24,332	303,662	48,664
Uran ²⁷	U	750,000	60,000	750,000	120,000
Vanadium	V	855,846	68,578	855,846	137,157
Wasserstoff n. Berzelius	H	12,478	1,000	6,239	1,000
— n. Dumas u. Erdmann	—	12,500	1,000	6,250	1,000
Wismuth	Bi	886,918	71,069	886,918	142,139
Wismuth, altes Aeq. ²⁸	—	1330,377	106,600	1330,377	213,200
Wolfram	W	1183,000	94,795	1183,000	189,590
Yttrium	Y	402,514	32,254	402,514	64,508
Zink ²⁹	Zc	412,500	33,000	412,500	66,000
Zinn	Sn	735,296	58,920	735,296	117,840
Zirkonium	Zr	420,201	33,670	420,201	67,340

1. Nach dem neuen Atomgewicht des Schwefels nach *Berzelius* berechnet 938,88. *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 893) fand 937,50.
2. *Pelouze* fand (Centralbl. 1845. S. 893) 858,01.
3. Centralbl. 1842. S. 631. Beryllerde = BeO. Nach *Damour* (Centralbl. 1843. S. 783) ist sie wahrscheinlicher Be²O³.
4. Jahresbericht XXV. S. 38.
5. *Hermann* (Centralbl. 1845. S. 905) sieht die Borsäure nach Analogie der Kieselsäure an als BO² und berechnet demnach das Mischungsgewicht des Borons = 90,654:

Tabelle der Aequivalente und Atömgewichte der unzerlegten Körper. 63

6. Central. 1844. S. 797.
7. Nach der neuen Bestimmung des M. G. des Schwefels = 251,4884.
8. Nach *Hermann* (Centralbl. 1843. S. 854) ist das M. G. 575—46.
9. Centralbl. 1844. S. 751.
10. *Berzelius* Jahresbericht XXV. S. 46. *Peligo*t erhielt 325—335; *Berlin* 328,39.
11. Nach *Stromeyer* und *Wackenroder* (Centralbl. 1844. S. 47 = 349,533. Nach *Seanberg*, *Norlin* und *Berzelius* (ibid. S. 699 und Jahresbericht XXV. S. 43) = 350,527. Nach *Erdmann* und *Marchand* (Centralbl. 1844. S. 702) = 350,1.
12. Nach dem neuen M. G. des Schwefels nach B. berechnet = 285,435.
13. Nach der neuen Bestimmung von B. = 1229,165. Centralbl. 1845. S. 638.
14. *Marignac* fand (Centralbl. 1844. S. 797) 1585,5.
15. *Marignac* (Centralbl. 1844. S. 751) fand neuerlich 488,94, *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 892) 489,30.
16. Centralbl. 1844. S. 353.
17. Nach *Chouvine*. *Rammelsberg* fand 454,88. *Hermann* (Centralbl. 1843. S. 858) nimmt 600 an. *Mosander* (Centralbl. 1843. S. 770) 580.
18. Nach dem neuen M. G. des Schwefels nach B. berechnet = 158,14.
19. *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 892) fand 287,17.
20. *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 893) fand 400,3.
21. Centralbl. 1844. S. 356. Versuch 1250,9. *Millon* (Centralbl. 1845. S. 939) fand 1249,63.
22. Jahresbericht XXV. S. 40.
23. Centralbl. 1844. S. 357. Versuch 200,07.
24. Centralbl. 1845. S. 705 u. 906. *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 803) bestimmt das M. G. des Si zu 88,94.
25. *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 892) fand 175,18.
26. *Pelouze* (Centralbl. 1845. S. 893) fand 548 02.
27. Nach *Rammelsberg* (Centralbl. 1843. S. 577 und Centralbl. 1845. S. 844) 741,407. *Ebelmen* will 742,875, *Wertheim* (Centralbl. 1843. S. 586.) 746,35.
28. Nach *Werther* und *Heintz* ist es höchst wahrscheinlich, dass das Wismuthoxyd Bi_2O_3 und also die alte Zahl 1330 3 richtig ist.
29. *Jacquelin* fand 414, *Azel*, *Erdmann* (Centralbl. 1844. S. 685) 406,5, *Favre* (Centralbl. 1844. S. 475) 412,5.

(Pharmaceutisches Centralblatt für 1846. 1.)

