

Einleitung.

Chemie ist die Wissenschaft, welche die Eigenschaften und das Verhalten der die Körperwelt zusammensetzenden einfachsten Stoffe und ihrer Verbindungen unter einander kennen lehrt.

Die Aufgabe der Chemie ist eine doppelte: sie beschäftigt sich entweder mit der Trennung der die Körper zusammensetzenden Einzelbestandtheile (Analyse, analytische Chemie), oder mit der Darstellung, dem Aufbau zusammengesetzter Körper aus einfacheren (Synthese, synthetische Chemie). Die hierbei in Gebrauch gezogenen Methoden sind auf dem Wege der Erfahrung, der Empirie, gewonnen.

Analyse und
Synthese.

Während die Chemie die stofflichen Umänderungen der Körper erforscht, betrachtet die Physik nur die verschiedenen Zustände der stofflich unveränderten Körper. Eine scharfe Trennung zwischen Chemie und Physik ist nicht möglich, da einerseits die Chemie in der Erforschung des physikalischen Verhaltens und der physikalischen Eigenschaften der Körper ein wichtiges Hilfsmittel zur Kennzeichnung derselben besitzt, und andererseits manche Erscheinungen auf physikalischem Gebiet erst durch die Kenntniss der chemischen Eigenschaften der Körper eine hinreichende Erklärung finden.

Chemie und
Physik.

Die die Körperwelt zusammensetzenden einfachsten Stoffe, welche chemisch nicht weiter zerlegt, d. h. in von einander verschiedene Körper getrennt werden können, heissen **Grundstoffe** oder **Elemente**. Die Chemie zählt zur Zeit gegen 70 solcher Elemente. Dieselben pflegen nach ihrem Verhalten in zwei grosse Gruppen geschieden zu werden, in Metalloide und Metalle. Die Unterschiede beider lassen sich erst nach Betrachtung einer grösseren Anzahl von Elementen verständlich machen und werden daher bei der Uebersicht über die Metalle eine gebührende Berücksichtigung finden.

Elemente.

Metalloide
und Metalle.

Unter den Elementen nimmt eines, nämlich der Kohlenstoff, eine ganz hervorragende Stellung ein, weil derselbe befähigt ist, mit einigen anderen Elementen eine grosse Anzahl sehr verschiedener

Anorga-
nische und
organische
Chemie.

Verbindungen einzugehen. Man betrachtet daher die Chemie der Kohlenstoffverbindungen in einem besonderen Rahmen, und da zu diesen Verbindungen vor allem diejenigen gehören, welche das Leben der Thiere und Pflanzen so mannigfaltig erzeugt, nennt man diesen Theil der Chemie auch Organische Chemie. Die Anorganische Chemie lehrt die übrigen Elemente kennen.

Den Anschauungen der Chemie über das Wesen des Stoffes liegt die atomistische Hypothese zu Grunde. Darunter wird verstanden, dass die Theilbarkeit des Stoffes eine begrenzte ist. Man könnte annehmen, dass bei der durch mechanische Mittel bewirkten Zerlegung eines Körpers in kleinere und immer kleinere Stofftheilchen eine solche Theilbarkeit bis in die Unendlichkeit fortgesetzt werden könnte. Ein eingehenderes Studium der Naturkörper belehrt uns aber, dass eine solche Annahme unhaltbar ist und einer grossen Reihe von Beobachtungen widerspricht.

Die Theilbarkeit eines Körpers geht zwar über die Grenzen sinnlicher Wahrnehmung hinaus, kann jedoch nicht eine bis in die Unendlichkeit fortschreitende sein. Man wird zu der Annahme gezwungen, dass die Stoffe aus kleinsten, mechanisch nicht weiter zerlegbaren Theilchen bestehen. Man nennt diese Theilchen **Moleküle** oder **Molekeln** (abgeleitet von *molecula*, Verkleinerung von *moles*, die Masse). Damit ist aber die überhaupt denkbare Grenze der Theilbarkeit der Stoffe noch nicht erreicht.

Erwägt man, dass bei der mechanischen Theilung eines einheitlich zusammengesetzten Körpers, z. B. des Kochsalzes, welches aus Natrium und Chlor besteht, das denkbar kleinste Theilchen, das Molekül, sich ebenfalls noch aus Natrium und Chlor zusammensetzt, so ist eine weitere chemische Theilung denkbar, nämlich eine Zerlegung der chemischen Verbindung in die einzelnen Elemente. Man bezeichnet diese chemisch nicht weiter zerlegbaren Bestandtheile des Moleküls als **Atome**.

Ein Molekül kann eine verschieden grosse Anzahl von Atomen enthalten, so besteht

1 Molekül Kochsalz (Chlornatrium)

aus

1 Atom Chlor und 1 Atom Natrium.

1 Molekül Schwefelsäure

aus

2 Atomen Wasserstoff, 1 Atom Schwefel, 4 Atomen Sauerstoff.

Die Moleküle eines Körpers sind nicht ohne jeden Zwischenraum aneinandergelagert, sondern müssen als räumlich von einander getrennt betrachtet werden. Diese Molekularzwischenräume können

durch äussere Einflüsse eine Veränderung erleiden, d. h. sie können sich vergrössern oder verkleinern. Das geschieht z. B. durch die Wärme.

Erwärmt man ein Stück Metall, so dehnt es sich aus; diese Ausdehnung beruht also nicht auf einer Vergrösserung der Moleküle des Metalls, sondern ist lediglich auf eine Ausdehnung der Zwischenräume zurückzuführen. Die Moleküle zeigen demnach das Bestreben, bei der Einwirkung von Wärme sich von einander zu entfernen, bei Temperaturniedrigung sich einander zu nähern. Die die einzelnen Moleküle eines Körpers zusammenhaltende Kraft wird Molekularanziehung oder Kohäsion genannt.

Molekular-
anziehung
oder
Kohäsion.

In gleicher Weise, wie durch Temperaturveränderung eine Raumvergrösserung oder -verminderung der Körper eintritt, so auch wenn ein verschieden hoher Druck auf einen Körper ausgeübt wird. Es können bei gewöhnlicher Temperatur im gasförmigen Zustande befindliche Körper ebenso durch hohen Druck, wie durch hohe Kältegrade in den flüssigen, ja festen Zustand übergeführt werden.

Je geringer der auf dem Körper ruhende Druck ist, eine desto geringere Temperaturerhöhung ist erforderlich, um diese Ueberführung von dem festen in den flüssigen oder in den gasförmigen Zustand zu bewirken.

Die Natur der zwischen den einzelnen Molekülen befindlichen Zwischenräume ist unaufgeklärt. Man glaubt, dass die Zwischenräume zwar nicht im Sinne des Vakuums leer sind, aber ebenso wenig, dass sie mit einem wägbaren Stoff angefüllt sein können.

Nach Erläuterung der vorstehenden Begriffe, welche zum Verständniss der gegenwärtig maassgebenden Anschauungen über das Wesen der uns umgebenden Körperwelt nothwendig sind, soll an der Hand einiger Beispiele die Art der chemischen Einwirkung der Körper auf einander gezeigt werden, woran sich dann allgemein gültige Gesetzmässigkeiten werden knüpfen lassen.

Man wäge 1,5 g Eisenpulver ab und mische dasselbe in einem Reibschälchen mit 1 g gereinigtem Schwefel.

Ist die Mischung beider Körper eine vollkommen gleichmässige, so lassen sich in dem entstandenen grau-grünen Pulver mit blossen Auge die Einzelbestandtheile nicht mehr erkennen, vorausgesetzt, dass die verwendeten Körper einen hohen Feinheitsgrad besaßen. Mit Hilfe der Lupe oder des Mikroskops sind allerdings noch neben den Schwefeltheilchen die Eisentheilehen sichtbar.

Schüttet man das Gemisch in ein trockenes Probirrohr (Reagenzglas) und erwärmt dasselbe vorsichtig über einer Flamme (Fig. 1),

so wird man zunächst ein Schmelzen und sodann ein lebhaftes Durchglühen der ganzen Masse wahrnehmen. Den oberen Theil des Reagenzglases sieht man mit Schwefeldämpfen angefüllt, die sich beim Erkalten an der Wandung des Glases in festem Zustand ansetzen.

Betrachtet man die, wenn nöthig durch Zertrümmern des Reagenzglases, in ein Porcellanschälchen gebrachte Masse, so sieht man, dass ein bläulicher, metallisch glänzender Körper entstanden ist. Zerrieben bildet derselbe ein gleichmässiges Pulver, in welchem weder mit blossem Auge noch durch das Mikroskop Schwefeltheilchen neben Eisentheilchen entdeckt werden können. Während

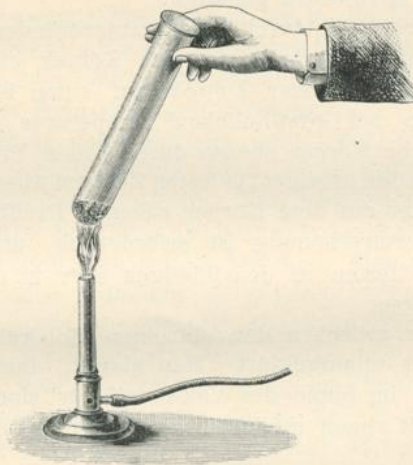


Fig. 1.

vor dem Glühen durch Behandeln des Gemisches mit Schwefelkohlenstoff Schwefel herausgelöst oder durch den Magneten Eisentheilchen herausgezogen werden konnten, ist das jetzt nach dem Glühen nicht mehr möglich.

Es ist ein neuer Körper aus Schwefel und Eisen entstanden. Schwefel und Eisen haben Schwefeleisen ergeben: der vorliegende Körper ist eine chemische Verbindung. Man erkennt aus diesem Beispiel den Unterschied zwischen Mischung und chemischer Verbindung. Bei ersterer sind die kleinsten Theile der Körper unverändert geblieben, bei der chemischen Verbindung ist ein neuer Körper gebildet worden, dessen kleinste Theile ein vollständig anderes Aussehen und Verhalten als die Ursprungstheilchen zeigen. Letztere lassen sich durch mechanische Mittel aus der chemischen Verbindung nicht wieder abscheiden.

Mischung
und chemi-
sche Ver-
bindung.

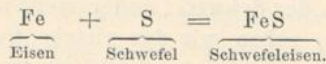
Um derartige chemische Vorgänge in einem Bilde zu veranschaulichen, bedient man sich chemischer Zeichen (Symböle). Als solche benutzt man die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der Elemente.

Chemische
Zeichen.

Der Name für Eisen ist Ferrum, abgekürzt Fe, der Name für Schwefel Sulfur, abgekürzt S. Man stellt die chemischen Zeichen zu einer Gleichung zusammen, welche darstellen soll, wie ein chemischer Vorgang sich abgespielt hat. Während man die Einzelbestandtheile einer Mischung durch + Zeichen von einander trennt, drückt man durch Nebeneinanderstellung der chemischen Zeichen die vollzogene chemische Verbindung aus.

Obiger Vorgang lässt sich daher durch folgende Gleichung veranschaulichen:

Chemische
Gleichung
und Formel.



Man nennt das Bild FeS die Formel des Schwefeleisens.

Die Vereinigung zweier oder mehrerer Körper zu einer chemischen Verbindung erfolgt aber nicht regellos, sondern nach ganz bestimmten Gewichtsverhältnissen. Um die Verbindung Schwefeleisen FeS zu erhalten, sind genau 56 Gewichtstheile Eisen und 32 Gewichtstheile Schwefel nothwendig. Ein Mehr an Schwefel ist zur Bildung der Verbindung FeS überflüssig.

Es giebt zwar auch Verbindungen von Eisen mit Schwefel, in welchen eine grössere Menge Schwefel enthalten ist; eine solche Verbindung ist z. B. der in der Natur vorkommende Schwefelkies, in welchem 56 Gew.-Th. Eisen mit 64 Gew.-Th. Schwefel verbunden sind. Man sieht, dass sich diese Verbindung des Schwefels mit Eisen von der vorhergehenden dadurch unterscheidet, dass auf dieselbe Menge Eisen die doppelte Menge Schwefel (2×32) kommt.

Die chemische Formel einer solchen Verbindung drückt man in der Weise aus, dass man dieses Vielfache durch ein kleines n (hier 2) dem betreffenden Element (hier dem Schwefel) anhängt. Der Schwefelkies lässt sich daher durch die Formel FeS₂ kennzeichnen. Man nennt ihn auch Zweifach-Schwefeleisen.

Zwischen diesem und dem Einfach-Schwefeleisen steht noch eine Verbindung in der Mitte, in welcher 56 Gew.-Th. Eisen mit 48 Gew.-Th. Schwefel vereinigt sind, also das $1\frac{1}{2}$ fache der Zahl 32. Dieser Körper lässt sich ebenfalls durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Eisen in den angegebenen Gewichtsverhältnissen herstellen. Man nennt ihn Anderthalbfach-Schwefeleisen, und da es nun nicht üblich ist, Bruchtheile von Zahlen den Elementen

anzuhängen, so gelangt man durch Vervielfachen, in dem vorliegenden Falle durch Verdoppelung, der Formel zu ganzen Zahlen. Das Aderthalbfach-Schwefeleisen wird daher durch die Formel Fe_2S_3 ausgedrückt.

Für die drei erwähnten Schwefelverbindungen des Eisens haben wir demnach folgende Formeln kennen gelernt:

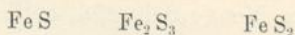


Diese Beispiele zeigen, dass die Verbindungsgewichte der Elemente, beim Eisen durch die Zahl 56, beim Schwefel durch die Zahl 32 ausgedrückt, feststehende sind. Aber nicht nur in den erwähnten Verbindungen, sondern auch in sämtlichen Verbindungen, welche das Eisen einerseits, der Schwefel andererseits mit anderen Elementen einzugehen vermag, sehen wir das gleiche Verbindungsgewicht für das Eisen wie für den Schwefel regelmässig wiederkehren. Und was vom Eisen und Schwefel gilt, bezieht sich auch auf alle übrigen Elemente, d. h. jedem Element ist ein unabänderliches Verbindungsgewicht eigen.

Man nennt dieses relative Verbindungsgewicht der Atome **Atomgewicht**.

Wie diese Atomgewichtszahlen rechnerisch ermittelt werden, wird sich aus der weiteren Betrachtung ergeben.

Die zur Erzeugung der drei genannten Verbindungen



nothwendigen Mengen Schwefel stehen also in einfachen Verhältnissen zu einander, d. h. sie sind Vielfache (Multipla) der Atomgewichtszahl des Schwefels:

$$\begin{array}{ccc} \text{Fe S} & \text{Fe}_2 \text{S}_3 & \text{Fe S}_2 \\ \hline 56 + 32 & 56 + 32 \times 1\frac{1}{2} & 56 + 32 \times 2 \\ 1 (2) & : 1\frac{1}{2} (3) & : 2 (4) \end{array}$$

Eine solche Gesetzmässigkeit wiederholt sich bei allen anderen Verbindungen und hat zu dem Dalton'schen Gesetz der multiplen Proportionen geführt: Vereinigen sich zwei Elemente zu einer chemischen Verbindung, so geschieht dies entweder nach den durch die Atomgewichte ausgedrückten Gewichtsmengen oder in Vielfachen (Multiplen) derselben, ausdrückbar in ganzen Zahlen.

Das Gewicht des durch Zusammentreten von Atomen zu einer chemischen Verbindung entstehenden Moleküls, das Molekular-

Atom-
gewicht.

Multiple
Proportionen.

Molekular-
gewicht.

gewicht, ist gleich der Summe der Atomgewichte. Die zur Erzeugung der Verbindung FeS verwendeten 56 Gew.-Theile Eisen und 32 Gew.-Theile Schwefel müssen daher 88 Gew.-Theile Schwefeleisen geben.

Man bezeichnet die Lehre von den Gesetzmässigkeiten, welche hinsichtlich der Gewichtsverhältnisse bei der chemischen Verbindung oder Zerlegung der Körper obwalten, mit dem Namen Stöchiometrie*).

Stöchiometrie.

Die Kenntniss dieser Gesetzmässigkeiten gestattet, auf rechnerischem Wege die Menge einer chemischen Verbindung zu ermitteln, welche aus bestimmten Gewichtsmengen der dieselbe erzeugenden Einzelbestandtheile erhalten wird. Andererseits kann man in einer Verbindung von bekannter chemischer Zusammensetzung den Procentgehalt ihrer Einzelbestandtheile durch Rechnung finden, beziehentlich die Gewichtsmengen der Einzelbestandtheile berechnen, welche zur Herstellung einer bestimmten Gewichtsmenge der betreffenden chemischen Verbindung nöthig sind.

1. Sollte man z. B. 1 kg Schwefeleisen darstellen, so würde man die hierzu notwendigen Mengen Schwefel und Eisen nach folgender Rechnung ermitteln:

In 88 Gew.-Th. Schwefeleisen (FeS = 56 + 32) sind 56 Gew.-Th. Eisen enthalten, demnach in 1000 Theilen:

$$88 : 56 = 1000 : x$$

$$x = \frac{56 \cdot 1000}{88} = 636,4 \text{ in } 1000 \text{ Theilen} = 63,64 \text{ Proc.}$$

Der Rest, nämlich = 36,36 Proc.

entfällt auf den Schwefel. Man hätte demnach

636,4 g Eisen und

363,6 g Schwefel anzuwenden, um

1000,0 g Schwefeleisen zu erhalten, vorausgesetzt, dass

Verluste bei der Darstellung vermieden werden.

2. Wollte man andererseits aus 1 kg Eisen Schwefeleisen darstellen, so wären nach dem Ansatz:

Fe : S

$$56 : 32 = 1000 : x$$

$$x = \frac{32 \cdot 1000}{56} = 571,43 \text{ g Schwefel erforderlich, und}$$

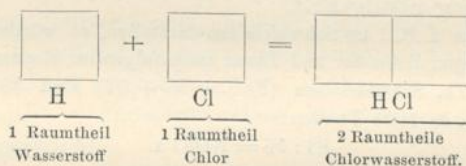
man würde bei Vermeidung von Verlusten $1000 \text{ g} + 571,43 \text{ g} = 1571,43 \text{ g}$ Schwefeleisen erhalten.

In der Praxis erreicht man diese theoretischen Ausbeuten in der Regel nicht, da die zur Darstellung der Verbindungen benutzten Körper sich in den seltensten Fällen im Zustande chemischer Reinheit befinden, und ferner Verluste aus vielen anderen, hier nicht näher zu erörternden Gründen nicht vermieden werden können.

*) Abgeleitet von *στοιχείον* Grundstoff, *μετρίειν* messen.

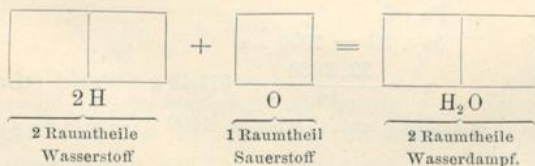
Im Vorstehenden wurden die Gesetzmässigkeiten besprochen, wie wir sie in den Beziehungen der Gewichtsverhältnisse der Elemente bei ihrer chemischen Vereinigung wahrnehmen. Es lassen sich aber auch hinsichtlich der Räume (der Volume), welche die Elemente im Gaszustande einnehmen, Gesetzmässigkeiten nachweisen. Man kann diese Verhältnisse am besten an den bei mittlerer Temperatur gasförmigen Elementen betrachten. Zwei solcher Elemente sind der Wasserstoff und das Chlor.

Mischt man gleiche Raumtheile (Volume) Wasserstoff und Chlor und lässt durch dieses Gemisch den elektrischen Funken schlagen, oder setzt das Gemisch dem Sonnenlichte aus, so findet eine Vereinigung der beiden Elemente zu zwei Raumtheilen Chlorwasserstoff statt. Bezeichnet man Wasserstoff (Hydrogenium) mit H, das Chlor (Chlorum) mit Cl, so lässt sich der chemische Vorgang durch folgendes Bild veranschaulichen:



Zerlegt man andererseits den gebildeten Chlorwasserstoff durch Elektrolyse, so erhält man aus 2 Raumtheilen wiederum 1 Raumtheil Chlor und 1 Raumtheil Wasserstoff.

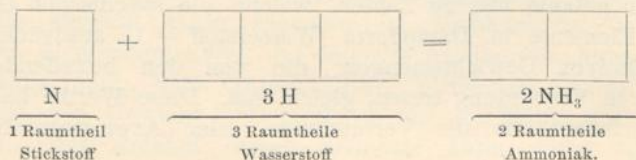
Lässt man ferner 2 Raumtheile Wasserstoff und 1 Raumtheil Sauerstoff (Oxygenium = O) durch den elektrischen Strom sich vereinigen zu der chemischen Verbindung Wasser, H_2O , so erhält man nicht, wie man erwarten sollte, 3 Raumtheile, sondern nur 2 Raumtheile Wasserdampf:



Es hat bei der Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff also eine Raumverminderung (Kontraktion) stattgefunden.

Als drittes Beispiel mag die Verbindung von 1 Raumtheil Stickstoff (Nitrogenium = N) und 3 Raumtheilen Wasserstoff angeführt werden. Zwar gelingt es nicht, ein Gemenge von Stickstoff und Wasserstoff durch den elektrischen Funken zu einer chemischen Ver-

bindung, dem Ammoniak, zu vereinigen. Umgekehrt vermag man jedoch bei der Elektrolyse von Ammoniak den Raum, welchen dieses einnimmt, genau zu verdoppeln, indem man aus 2 Raumtheilen Ammoniak 1 Raumtheil Stickstoff und 3 Raumtheile Wasserstoff erhält. Hieraus ergibt sich, dass in dem Ammoniak jene 4 Raumtheile zu 2 Raumtheilen verdichtet sein müssen:



Eine solche Gesetzmässigkeit, wie wir sie an den drei Beispielen gesehen haben, ist noch für eine Reihe anderer Verbindungen festgestellt worden, und man kann annehmen, dass die meisten Elemente im Gaszustande bei deren Vereinigung diese Regelmässigkeit zeigen werden.

Der Raum (das Volum) der entstehenden Verbindung in Dampfform ist also stets = 2, gleichgiltig ob die Summe der einzelnen in Verbindung tretenden Bestandtheile dem Raum nach ebenso viel oder mehr beträgt.

Berücksichtigt man nun die Beziehungen von Raum und Gewicht, so findet man, dass die Gewichte gleicher Raumtheile der Elemente in Dampfform zu einander in demselben Verhältniss stehen, in welchem sie sich unter Zugrundelegung der Verbindungs- oder Atomgewichte zu chemischen Verbindungen vereinigen.

Versteht man unter specifischem Gewicht gasförmiger Körper die Zahl, welche das Gewichtsverhältniss, auf einen gleichen Raumtheil Luft als Einheit bezogen, ausdrückt (das specifische Gewicht fester Körper wird auf einen gleichen Raumtheil Wasser als Einheit bezogen), so findet man durch Wägung das specifische Gewicht von

Specifisches
Gewicht.

Wasserstoff = 0,0693	}	Luft = 1
Chlor = 2,458		
Sauerstoff = 1,108		
Stickstoff = 0,969		

Der Wasserstoff ist das leichteste aller Gase. Legt man denselben als Einheit zu Grunde, so findet man durch Rechnung, dass

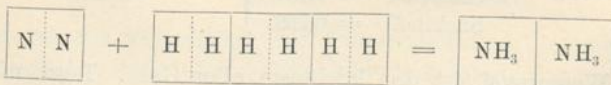
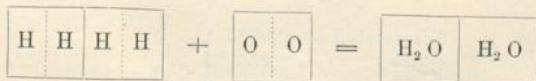
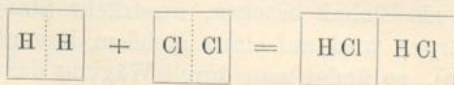
Chlor:	$\frac{2,458}{0,0693}$	= 35,5 mal schwerer als Wasserstoff,
Sauerstoff:	$\frac{1,108}{0,0693}$	= 16 - - - - -
Stickstoff:	$\frac{0,969}{0,0693}$	= 14 - - - - -

Man gelangt hier zu Zahlen, welche die specifischen Gewichte dieser Elemente in Dampfform (Wasserstoff = 1) ausdrücken und den relativen Gewichtsmengen, die von den betreffenden Elementen in Verbindung treten, gleich sind. Diese Werthe haben wir bereits früher als die Verbindungs- oder Atomgewichte bezeichnet.

Avogadro'sches Gesetz.

Im Jahre 1811 fand Avogadro das später durch Ampère verallgemeinerte, wichtige Gesetz auf, dass gleiche Raumtheile gasförmiger Körper unter gleichen physikalischen Bedingungen (bei gleichem Druck und gleicher Temperatur) eine gleiche Anzahl von Molekülen enthalten, oder, dass die Moleküle aller Körper in Dampfform den gleichen Raum einnehmen.

Nach diesem Gesetz ergibt sich, dass z. B. der von einem Molekül Wasserstoff erfüllte Raum ebenso gross sein muss, wie der eines Moleküls Chlorwasserstoff. Da in letzterem aber zwei Atome enthalten sind, nämlich ein Atom Chlor und ein Atom Wasserstoff, so muss man auch das Molekül des Wasserstoffs als aus zwei Atomen bestehend betrachten. Desgleichen besteht das Molekül des Chlors, Sauerstoffs, Stickstoffs aus zwei Atomen der betreffenden Elemente. Die oben mitgetheilten Raumformeln werden nach diesen Darlegungen verständlich:



Bei einer Ausdehnung dieser Betrachtung auf die übrigen Elemente gelangt man zu dem Ergebniss, dass die Mehrzahl derselben aus zwei Atomen besteht, und zwar sind es alle die

Elemente, deren specifisches Gewicht in Dampfform (auf Wasserstoff als Einheit bezogen) dem Atomgewicht gleich ist.

Als Ausnahmen müssen einerseits die Elemente Phosphor und Arsen, andererseits Quecksilber, Zink und Cadmium erwähnt werden. Das spec. Gewicht des Phosphors und Arsens in Dampfform ist nämlich gleich dem doppelten Atomgewicht; hieraus folgt, dass das Molekül dieser Elemente im Vergleich zu den zweiatomigen Elementmolekülen die doppelte Anzahl von Atomen, also 4 enthalten muss. Beim Quecksilber, Zink und Cadmium beträgt das spec. Gewicht in Dampfform nur die Hälfte des Atomgewichtes. Das Molekül dieser Elemente kann daher nur einatomig sein.

Zur Bestimmung der Atomgewichte der Elemente kann man verschiedene Wege einschlagen. Bei den gasförmigen Elementen oder denjenigen, welche zwar bei mittlerer Temperatur nicht gasförmig sind, sich aber z. B. durch Erhitzen leicht in den Gaszustand überführen lassen, kann man durch Bestimmung des specifischen Gewichtes des Dampfes (auf Wasserstoff als Einheit bezogen) mit Leichtigkeit das Atomgewicht ermitteln. Nur hat man sich davon zu überzeugen, dass die auf diesem Wege gefundene Zahl auch thatsächlich die kleinste Gewichtsmenge ausdrückt, die in dem Molekül, beziehentlich in zwei Raumtheilen einer gasförmigen Verbindung derselben enthalten ist.

Atomgewichtsbestimmung.

Man kann aber auch durch Gewichtsbestimmung das Atomgewicht ermitteln, indem man feststellt, wie viele Gewichtstheile des betreffenden Elementes nöthig sind, den Wasserstoff oder das Chlor in zwei Raumtheilen Chlorwasserstoff, Wasserdampf oder anderen, ihrer volumetrischen Zusammensetzung nach genau bekannten flüchtigen Verbindungen zu ersetzen.

Eines der wichtigsten Hilfsmittel zur Bestimmung des Atomgewichtes bieten die Folgerungen des Dulong-Petit'schen Gesetzes. Zum Verständniss desselben ist der Begriff specifische Wärme oder Wärmekapazität zu erörtern. Man versteht darunter die für einen Körper erforderliche relative Wärmemenge, um ihn von 0 auf 1° zu erwärmen. Diese Wärmemenge ist bei gleichen Gewichtsmengen verschiedener Körper eine verschiedene. Als Einheit nimmt man die Wärmemenge an, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 Kilogramm Wasser um einen Grad zu erhöhen. Die specifische Wärme des Eisens ist unter Zugrundelegung dieser Einheit zu 0,1138, die des Kaliums zu 0,1655, die des Quecksilbers zu 0,0319 gefunden worden.

Dulong-Petit'sches Gesetz.

Dulong und Petit wiesen zuerst auf die zwischen der specifischen Wärme und den Atomgewichten obwaltenden Beziehungen hin und stellten den wichtigen Satz fest, dass, je grösser das Atomgewicht eines Elementes, umso kleiner die specifische Wärme ist. Atomgewicht und specifische Wärme sind also umgekehrt proportional, und das Dulong-Petit'sche Gesetz lässt sich, wie folgt, ausdrücken:

Das Produkt aus Atomgewicht und specifischer Wärme, die **Atomwärme**, ist eine feststehende Zahl.

Auf Grund vielfacher Untersuchungen wurde als Mittelwerth der Atomwärme die Zahl 6,4 festgestellt.

Hat man daher die specifische Wärme eines Elementes ermittelt, so findet man das Atomgewicht, wenn man mit der gefundenen Zahl in die Zahl 6,4 dividirt.

Tabelle
der wichtigsten Elemente und ihrer Atomgewichte.

Elemente		Abgekürzte Bezeichnung.	Atom- gewicht	Elemente		Abgekürzte Bezeichnung.	Atom- gewicht
Deutscher Name	Lateinischer Name			Deutscher Name	Lateinischer Name		
Aluminium .	Aluminium .	Al	27	Mangan . .	Manganum .	Mn	55
Antimon . .	Stibium . .	Sb	120	Molybdän .	Molybdaenum	Mo	95,8
Arsen . . .	Arsenium .	As	75	Natrium . .	Natrium . .	Na	23
Baryum . .	Baryum . .	Ba	137	Nickel . . .	Niccolum . .	Ni	58,7
Blei	Plumbum .	Pb	206,5	Phosphor .	Phosphorus .	P	31
Bor	Boron . . .	B	11	Platin . . .	Platinum . .	Pt	194,5
Brom	Bromum . .	Br	80	Quecksilber	Hydrargyrum	Hg	200
Cadmium . .	Cadmium . .	Cd	112	Sauerstoff .	Oxygenium .	O	16
Calcium . .	Calcium . .	Ca	40	Schwefel . .	Sulfur . . .	S	32
Chlor	Chlorum . .	Cl	35,5	Selen	Selenium . .	Se	79
Chrom	Chromum . .	Cr	52,5	Silber	Argentum . .	Ag	108
Eisen	Ferrum . . .	Fe	56	Silicium . .	Silicium . .	Si	28
Fluor	Fluorum . .	Fl	19	Stickstoff .	Nitrogenium	N	14
Gold	Aurum . . .	Au	196,2	Strontium .	Strontium . .	Sr	87,3
Jod	Jodum . . .	J	127	Tellur	Tellurium . .	Te	125
Kalium . . .	Kalium . . .	Ka	39	Uran	Uranium . . .	U	240
Kobalt . . .	Cobaltum . .	Co	58,7	Wasserstoff.	Hydrogenium	H	1
Kohlenstoff .	Carboneum .	C	12	Wismuth . .	Bismuthum .	Bi	208
Kupfer . . .	Cuprum . . .	Cu	63,2	Wolfram . .	Wolframium	Wo	184
Lithium . . .	Lithium . . .	Li	7	Zink	Zincum . . .	Zn	65
Magnesium .	Magnesium .	Mg	24	Zinn	Stannum . . .	Sn	117,5

Für Eisen war, wie oben erwähnt, die Zahl 0,1138 festgestellt. Das Atomgewicht des Eisens ist daher

$$\frac{6,4}{0,1138} = 56,$$

also diejenige Zahl, mit welcher in der vorausgehenden Betrachtung bereits mehrfach als Verbindungsgewichtszahl gerechnet wurde.

Wir haben an einer Reihe von Beispielen gesehen, dass die Anzahl der in dem Molekül einer chemischen Verbindung enthaltenen Atome eine verschiedene sein kann. Die Bindekraft, welche die Atome gegen einander äussern, muss daher bei den einzelnen Elementen ebenfalls eine verschieden grosse sein. Um einen Maassstab zum Vergleich zu haben, nimmt man auch hier, wie bei Feststellung der Atomgewichte, den Wasserstoff als Einheit an und bestimmt die Grösse der Bindekraft eines Elementes nach der Anzahl Wasserstoffatome, deren das Atom des Elementes zur Herstellung der betreffenden chemischen Verbindung bedarf.

Diese Bindekraft eines Elementes gegenüber Wasserstoff wird mit dem Namen Werthigkeit oder Valenz bezeichnet.

Verlangt z. B. das Atom eines Elementes nur 1 Atom Wasserstoff, wie das Chlor in der durch die Formel HCl ausgedrückten Verbindung Chlorwasserstoff, so ist das Element, hier das Chlor, einwerthig. Die Verbindung Wasser besteht aus 2 Gewichtstheilen Wasserstoff und 1 Gewichtstheil Sauerstoff und lässt sich daher durch die Formel H_2O ausdrücken; der Sauerstoff ist, da er 2 Atome Wasserstoff zu der Verbindung H_2O verlangt, zweiwerthig. Aus den gleichen Gründen ist der Stickstoff, dessen Wasserstoffverbindung der Formel NH_3 entspricht, dreiwertig, der Kohlenstoff wegen der Zusammensetzung seiner Wasserstoffverbindung, des Methans CH_4 , vierwertig.

Nicht von allen Elementen sind Wasserstoffverbindungen bekannt. Man bestimmt daher die Werthigkeit dieser Elemente nach ihrer Bindekraft für ein dem Wasserstoff gleichwerthiges Element. Dem Wasserstoff gleichwerthig, äquivalent, sind das Chlor, Brom, Jod, Fluor, von den Metallen das Silber.

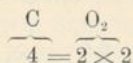
Treten zwei Elemente zu einer chemischen Verbindung zusammen, so gilt als Vorbedingung hierzu die Herbeiführung eines Gleichwerthigkeitszustandes oder der Aequivalenz.

Beispiele: 1. Eine Verbindung von Kohlenstoff (Carboneum = C) und Sauerstoff (Oxygenium = O) hat die Zusammensetzung CO_2 , denn

C ist vierwertig, besitzt also 4 Werthigkeitseinheiten;

Werthigkeit
der
Elemente.

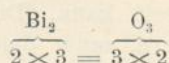
O ist zweiwerthig von letzterem und sind also 2 Atome erforderlich, um 4 Werthigkeitseinheiten zu geben:



2. Eine Verbindung von Wismuth (Bismuthum = Bi) und Sauerstoff hat die Zusammensetzung Bi_2O_3 , denn

Bi ist dreiwertig, O zweiwertig.

Zur Herstellung eines Gleichwerthigkeitszustandes sind in diesem Falle $3 \times 2 = 6$ Werthigkeitseinheiten erforderlich. Diese 6 Einheiten lassen sich durch 2 Atome des dreiwertigen Wismuths und 3 Atome des zweiwertigen Sauerstoffs erreichen:



Ein solcher Gleichwerthigkeitszustand waltet auch ob zwischen je zwei Atomen einer Verbindung, in welcher drei und mehr Elemente enthalten sind.

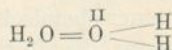
Beispiel. Unter Salpetersäure versteht man eine Verbindung von Wasserstoff, Stickstoff (Nitrogenium = N) und Sauerstoff, welche die Zusammensetzung HNO_3 hat. Stickstoff ist fünfwerthig, Sauerstoff zweiwertig, Wasserstoff einwertig. Die Bindungen der Atome unter einander lassen sich durch folgendes Bild veranschaulichen:



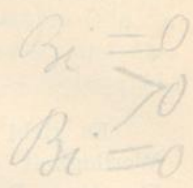
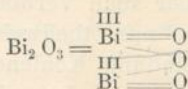
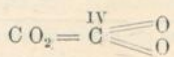
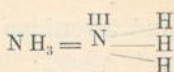
d. h. vier Werthigkeitseinheiten des Stickstoffs sind durch 2 Atome des 2wertigen Sauerstoffs, die fünfte Werthigkeitseinheit durch eine Werthigkeitseinheit eines dritten Sauerstoffatoms, während die zweite Werthigkeitseinheit des letzteren durch Wasserstoff gedeckt ist. Man nennt dieses Bild die Konstitutionsformel der Salpetersäure.

Konstitutionsformel.

Im Gegensatz zur empirischen Formel*) einer chemischen Verbindung, welche nur die atomistische Zusammensetzung des Moleküls wiedergibt, wie H_2O , NH_3 , CO_2 , Bi_2O_3 u. s. w., entwirft die Konstitutions- oder Strukturformel unter Berücksichtigung der Werthigkeiten der Elemente zugleich ein Bild von der Art der Bindung der einzelnen Atome untereinander; die soeben erwähnten empirischen Formeln lassen sich als Konstitutionsformeln, wie folgt, gestalten:



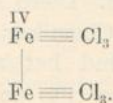
*) Anm. Die für die Elemente gebräuchlichen Symbole bedeuten je ein Atom, während die Symbole für zusammengesetzte Körper, also die Formel, stets ein Molekül ausdrücken.



Die kleinen römischen Zahlen über der abgekürzten Bezeichnung der Elemente veranschaulichen die Werthigkeit derselben.

Besonders bei den Kohlenstoffverbindungen ist eine Kenntniss ihrer Konstitution von grossem Werthe, da sehr viele Verbindungen zwar die gleiche empirische Formel besitzen, zufolge der verschiedenen Atomverknüpfungen im Molekül aber vollständig verschiedene Körper darstellen.

Die Zahl der Verbindungen, welche die Elemente unter einander eingehen können, wird noch dadurch eine erheblich grössere, dass sich Atome gleicher Elemente ketten- oder ringförmig verknüpfen können, d. h. dass sie einen Theil ihrer Werthigkeitseinheiten zu gegenseitiger Bindung (Sättigung) und den Rest zur Bindung von Atomen anderer Elemente verwenden. Das einfachste Beispiel hierfür bietet das Eisenchlorid Fe_2Cl_6 , welches bei Annahme der Vierwerthigkeit des Eisens, wie folgt, konstituirt ist:



Besonders in der Chemie der Kohlenstoffverbindungen ist die gegenseitige Verknüpfung der Atome gleicher Elemente (vor Allem des Kohlenstoffs selbst) sehr häufig.

Nicht allen Elementen ist stets die gleiche Werthigkeit eigen. Es kann ein Element in verschiedenen Werthigkeitsstufen auftreten, doch macht sich auch hier eine Gesetzmässigkeit bemerkbar: Die Werthigkeiten eines und desselben Elementes sind entweder gerade oder ungerade Zahlen.

So sind beispielsweise vom Schwefel Verbindungen bekannt, in welchen das Element 2- oder 4- oder 6werthig sein kann.



Vom Stickstoff sind 3- und 5werthige Verbindungen bekannt:

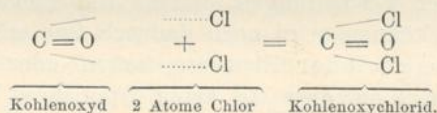


Es gibt andererseits aber auch Verbindungen, in welchen die Werthigkeit der Elemente nur theilweise ausgenutzt erscheint. Das ist z. B. in der Verbindung Kohlenoxyd (CO) der Fall, in welchem 2 Werthigkeitseinheiten des vierwerthigen Kohlenstoffs unbesetzt sind:



Ungesättigte
Verbin-
dungen.

Man nennt eine solche Verbindung, in welcher die Werthigkeit von Elementen nur theilweise gebunden ist, ungesättigt. Lässt man z. B. Chlorgas auf die Verbindung Kohlenoxyd einwirken, so lagert sich jenes direkt an den Kohlenstoff an und „sättigt“ denselben:



Ordnet man die Elemente nach ihren Atomgewichten, so kehren nach gewissen Zwischenräumen (Perioden) Elemente mit ähnlichen chemischen Eigenschaften wieder, so dass sich die Elemente in Reihen zusammenstellen lassen. Diese Beobachtung ist von Lothar Meyer und dem russischen Chemiker Mendelejeff auf das eingehendste verfolgt worden und hat zur Aufstellung des sog. Periodischen Systems der Elemente geführt. —

Periodisches
System.

Kehren wir nunmehr zu unserem ersten Beispiel zurück, der durch Erhitzen von Schwefel mit Eisen entstandenen Verbindung Schwefeleisen, deren Bildung der Anknüpfungspunkt für eine Reihe von Betrachtungen gewesen ist, und verfolgen wir weiter, wie andere Körper auf das Schwefeleisen einwirken.

Man zerreiße 0,5 g des Schwefeleisens und übergiesse das Pulver in einem Kölbchen mit 10 g Chlorwasserstoffsäure.

Unter Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure wird eine Flüssigkeit verstanden, welche einen bei mittlerer Temperatur gasförmigen Körper, den Chlorwasserstoff, HCl, in Wasser gelöst enthält. Man bemerkt beim Uebergießen des Schwefeleisens mit dieser Flüssigkeit eine lebhafte Einwirkung, indem reichlich Gasblasen von sehr üblem Geruche (Schwefelwasserstoff) austreten. Verbindet man das

Kölbchen mittels eines durchbohrten Korkstopfens mit einer gebogenen, in ein Gefäss mit Wasser eintauchenden Glasröhre (Fig. 2), so lösen sich die aufsteigenden Gasblasen in dem Wasser, und dasselbe nimmt den üblen Geruch des Gases an: es ist Schwefelwasserstoffwasser entstanden.

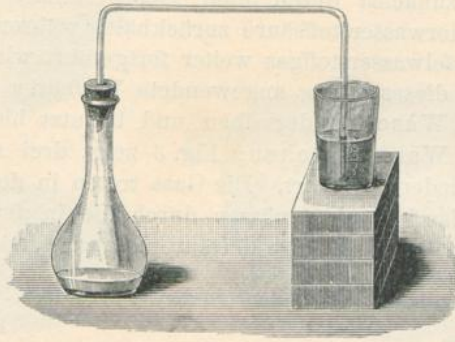
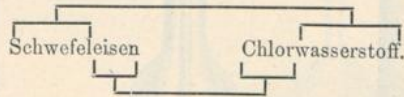
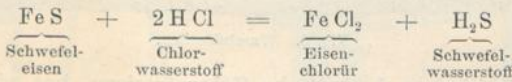


Fig. 2. Bereitung von Schwefelwasserstoffwasser.

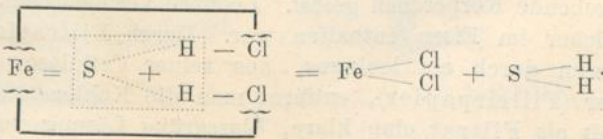
Die Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf das Schwefeleisen hat sich in der Weise vollzogen, dass das Chlor der Chlorwasserstoffsäure mit dem Eisen des Schwefeleisens sich (zu Chloreisen oder Eisenchlorür) verbunden hat, während der Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure an den Schwefel (zu Schwefelwasserstoff) trat.



Dieser chemische Vorgang lässt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:



oder in Konstitutionsformeln ausgedrückt:



Um die Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure auf das Schwefeleisen zu beschleunigen, kann man das Korbchen schwach erwärmen;

die Einwirkung ist dann eine weit heftigere, und die letzten Antheile in der Flüssigkeit vorhandenen Schwefelwasserstoffgases entweichen. Da aber auch die Chlorwasserstoffsäure eine flüchtige Verbindung ist, so gehen kleine Antheile derselben mit in das Schwefelwasserstoffwasser über. Um dies zu vermeiden, kann man das Schwefelwasserstoffgas zunächst durch eine kleine Menge Wasser leiten, welches die Chlorwasserstoffsäure zurückhält, während das leichter flüchtige Schwefelwasserstoffgas weiter fortgeführt wird.

Man nennt dieses häufig angewendete Verfahren der Reinigung von Gasen das Waschen derselben und benutzt hierzu besondere Apparate, sog. Waschflaschen; Fig. 3 zeigt drei solcher Waschflaschen verschiedener Bauart. Die Gase treten in der Richtung der Pfeile in die Flaschen ein, müssen durch die in denselben befindliche Flüssigkeit (Wasser, Schwefelsäure u. s. w.) hindurchgehen und treten gereinigt bei a wieder aus.

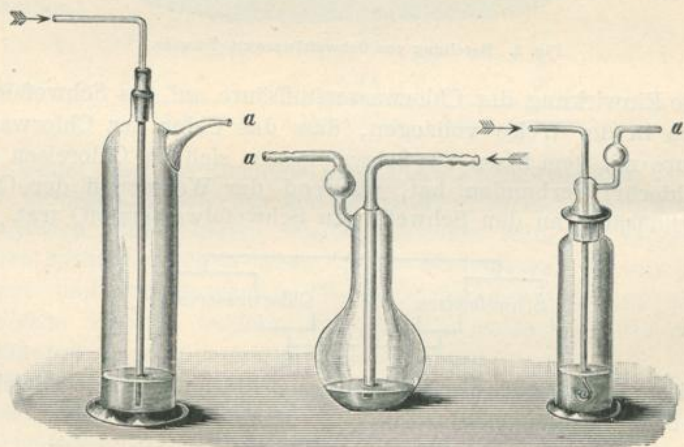


Fig. 3. Waschflaschen.

Das im Kölbchen befindliche Schwefeleisen hat sich nach der Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure bis auf wenige in der Flüssigkeit schwebende Körperchen gelöst. Letztere bestehen aus Kohlenstoff, welcher im Eisen enthalten war. Durch Filtration, d. h.

Filtration.

Durchgiessen durch ein lockeres, aus reiner Cellulose bestehendes Papier (Filtrirpapier), entfernt man die Kohlenstofftheilchen und erhält als Filtrat eine klare, blassgrüne Lösung von Eisenchlorür.

Verdampfen
von Flüssigkeiten.

Um letzteres in fester Form zu erhalten, muss man das Lösungsmittel, hier salzsäurehaltiges Wasser, verdampfen. Das Verdampfen

von Flüssigkeiten kann entweder über freiem Feuer, oder in Wasser-, Oel- oder Sandbädern vorgenommen werden.

In den Wasserbädern, von welchen in Fig. 4 mehrere Formen abgebildet sind, wird Wasser in kupfernen oder gusseisernen Ge-

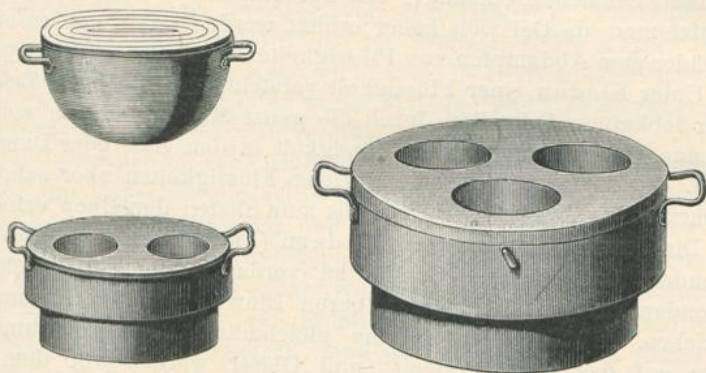


Fig. 4. Wasserbäder.

fäßen zum Sieden erhitzt und die abzukochende Flüssigkeit in einem Porcellan-, Glas- oder Zinnschälchen den Wasserdämpfen ausgesetzt.

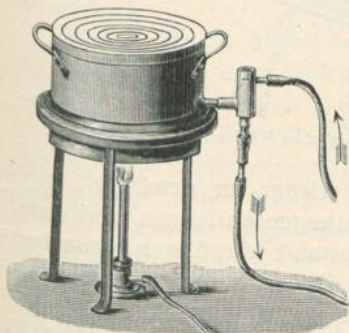


Fig. 5. Wasserbad mit selbstthätigem Wasserzuzuss.

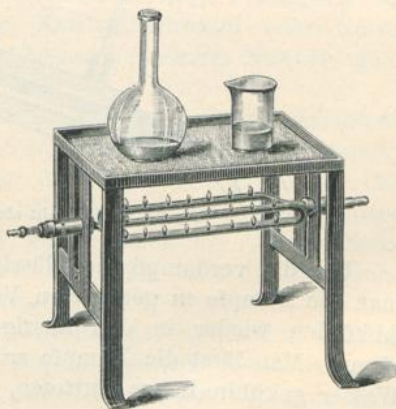


Fig. 6. Sandbad.

Da das verdampfende Wasser stetig ergänzt werden muss, hat man eine Vorrichtung erdonnen, welche die Verbindung des Wasserbades mit einer Wasserleitung gestattet. Fig. 5 zeigt ein solches

2*

Wasserbad; in der Richtung der Pfeile strömt Wasser zu und ab und regelt so den Wasserstand des Wasserbades.

An Stelle des Wassers kann man auch durch Erhitzen in Oel (Paraffinöl, Baumöl u. s. w.), in welches man die mit Flüssigkeit gefüllten Schälchen einhängt, ein Verdampfen bewirken, und zwar benutzt man, da Oel weit höher erhitzt werden kann, ehe es siedet, Oelbäder zum Abdampfen von Flüssigkeiten von höherem Siedepunkt.

Sieden von
Flüssig-
keiten.

Unter Sieden einer Flüssigkeit versteht man die beim Erhitzen unter lebhaftem Aufwallen durch die ganze Masse hindurch vor sich gehende Ueberführung einer Flüssigkeit in den Gas- oder Dampfzustand. Das Abdampfen kann bei vielen Flüssigkeiten aber schon geschehen, ohne dass ein Erhitzen bis zum Sieden derselben erfolgt.

Die Verwendung von Sandbädern (Fig. 6) zum Abdampfen hat besonders den Zweck, die die zu verdampfende Flüssigkeit enthaltenden Gefäße der unmittelbaren Einwirkung der Flamme zu entziehen. Hierdurch wird eine gleichmässige Vertheilung der Hitze auf das Gefäss erzielt, und Gläser werden vor dem Zerspringen geschützt.

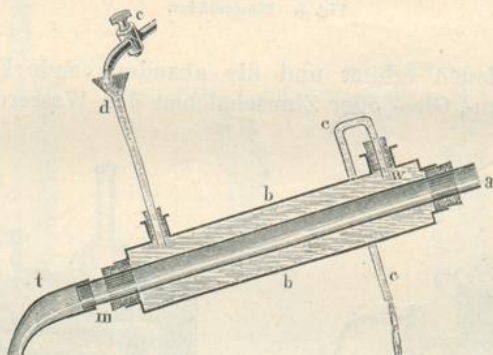


Fig. 7. Durchschnitt eines Liebig'schen Kühlers.

Destillation.

Um die verdampfende Flüssigkeit wieder zu gewinnen, kann man die Dämpfe in geeigneten Vorrichtungen auffangen und durch Abkühlen wieder in den flüssigen Zustand überführen, kondensieren. Man lässt die Dämpfe zu dem Zweck in eine durch kaltes Wasser gekühlte Röhre eintreten, worin sie zu einer Flüssigkeit verdichtet werden, welche aus der Röhre herabtröpft, destillirt^{*)}. Man nennt diesen Vorgang Destillation. Für Laboratoriumszwecke kommt als Kühlvorrichtung besonders der Liebig'sche Kühler (Fig. 7) in Anwendung.

^{*)} Abgeleitet von destillare, herabtröpfeln.

Fig. 7 zeigt den Durchschnitt eines Liebig'schen Kühlers. Die mittlere Glasröhre, in welcher sich die Dämpfe zu einer Flüssigkeit wieder verdichten, wird von kaltem Wasser umspült, welches in d einläuft und bei e warm wieder austritt.

Ist der der Destillation zu unterwerfende Körper eine Flüssigkeit, so spricht man kurzweg von Destillation, während man unter trockener Destillation das Erhitzen fester Körper (Holz, Stein- und Braunkohlen, Knochen u. s. w.) in eisernen oder thönernen Gefäßen (Retorten) versteht, wobei in Folge einer Zersetzung neue, sich verflüchtigende Körper gebildet werden.

Trockene
Destillation.

Der Destillation nahe steht die Sublimation*). Dieselbe bezweckt die Ueberführung eines flüchtigen festen Körpers durch Erhitzen in den Dampfzustand und Verdichtung der Dämpfe zu dem ursprünglichen Körper, welcher auf diese Weise von begleitenden, nicht flüchtigen Stoffen getrennt werden kann. Erhitzt man in einem trockenen Reagenzglas ein Stückchen Salmiak, so „sublimirt“ derselbe, ohne zu schmelzen, und die weissen Dämpfe setzen sich am oberen kälteren Theil des Glases in fester Form an.

Sublimation.

Man füge zu einem Theil der durch Lösen von Schwefeleisen in Chlorwasserstoffsäure erhaltenen klaren Lösung nach Verdünnen mit Wasser die doppelte Gewichtsmenge Natronlauge.

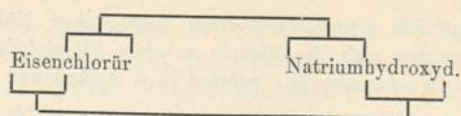
Unter Natronlauge wird eine stark ätzende Flüssigkeit verstanden, welche gegen 15 Proc. Natriumhydroxyd oder Natronhydrat, einen festen Körper der Zusammensetzung NaOH , gelöst enthält.

Giesst man die Natronlauge in die salzsäurehaltige Eisenchlorürlösung ein, so entsteht eine starke Trübung, ein fester Körper scheidet sich ab und setzt sich am Boden des Reagenzglases nieder. Man nennt die aus Flüssigkeiten bewirkte Abscheidung fester Körper, die meist in Folge vor sich gegangener chemischer Veränderungen (chemischer Reaktionen) entstehen, Fällung und den abgeschiedenen Körper selbst Niederschlag.

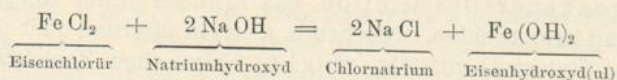
Fällung und
Niederschlag.

Die Einwirkung des in der Natronlauge enthaltenen Natriumhydroxyds auf das Eisenchlorür hat sich in der Weise vollzogen, dass das Natrium sich mit dem Chlor des Eisenchlorürs zu Chlor-natrium verbunden hat, während Eisenhydroxyd(ul) als unlöslicher Körper abgeschieden wurde:

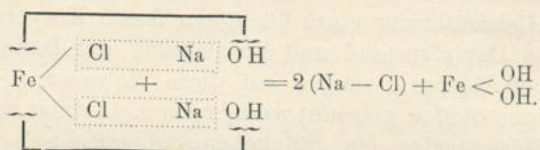
*) Abgeleitet von sublimare, emporheben.



Dieser chemische Vorgang lässt sich durch folgende Gleichung veranschaulichen:



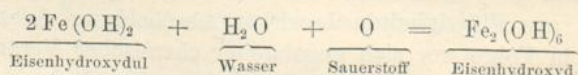
oder in Konstitutionsformeln ausgedrückt:



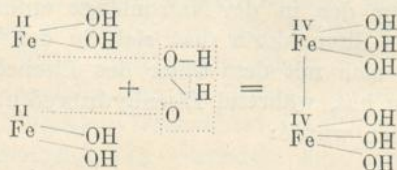
Das Eisenhydroxydul scheidet sich anfänglich als ein weisser Körper ab, welcher jedoch schnell eine schmutzig-grüne Färbung annimmt. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, dass der Sauerstoff der Luft verändernd auf den gefällten Körper einwirkt und mit demselben eine Verbindung eingeht. Bei längerer Einwirkung des Sauerstoffs der Luft erhält man schliesslich einen rothbraun gefärbten Körper, in welchem das Eisen nicht mehr im zweiwerthigen, sondern im vierwerthigen Zustand sich befindet. Die Vereinigung von Sauerstoff mit Körpern nennt man Oxydation; in diesem Falle hat eine Oxydationswirkung durch die Luft stattgefunden.

Oxydation.

Der chemische Vorgang lässt sich durch folgende Gleichung wiedergeben:



oder in Konstitutionsformeln ausgedrückt:

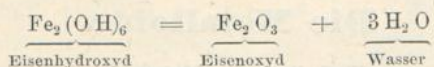


Der Körper $\text{Fe}_2 (\text{O H})_6$ ist ein Eisenhydroxyd, welcher mehr Sauerstoff als der Körper $\text{Fe} (\text{O H})_2$ enthält. Man bezeichnet ihn

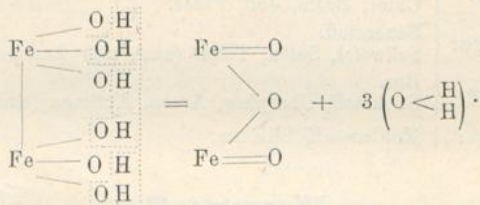
als Eisenhydroxyd, den sauerstoffärmeren Körper als Eisenhydroxydul.

Die Oxydation von Körpern kann aber nicht nur durch den Luftsauerstoff erfolgen, sondern auch durch andere chemische Körper, welche unter geeigneten Bedingungen leicht Sauerstoff abzugeben vermögen. Als solche sind zu nennen Salpetersäure, Kaliumpermanganat, Quecksilberoxyd u. s. w. Davon wird später die Rede sein.

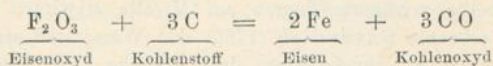
Hat man den Körper $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$ auf einem Filter gesammelt, mit Wasser gewaschen, bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet und erhitzt ihn sodann, so verliert er Wasser, und es hinterbleibt schliesslich ein rothbraunes Pulver, das Eisenoxyd Fe_2O_3 :



oder in Konstitutionsformeln ausgedrückt:



Diesem Körper Fe_2O_3 kann man den Sauerstoff durch starkes Glühen mit Kohle wieder entziehen. Der Kohlenstoff (Carboneum = C) verbindet sich dann mit dem Sauerstoff des Eisenoxyds zu Kohlenoxyd:



und metallisches Eisen hinterbleibt. Man nennt diesen Vorgang der Sauerstofffortnahme „Reduktion“^{*)}. Hierbei sind wir zu dem Körper, dem Eisen, zurückgelangt, von welchem ausgehend wir eine Reihe von Erscheinungen beobachtet haben.

Reduktion.

Wir können uns nunmehr der Betrachtung der einzelnen Elemente zuwenden.

^{*)} Abgeleitet von reducere, zurückführen (auf einfachere Verbindungen).