



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der
Chemie**

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Chemische Verbindungsgesetze

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](#)

als Salze in der Natur vor und bilden, nebst der Kieselerde, die Hauptmasse unserer Erdrinde.

3) Sie haben unter allen Körpern die grösste Verwandtschaft zum Sauerstoff und bilden damit Oxyde, welche sich (mit Ausnahme der Erden) in Wasser auflösen.

4) Die Oxyde der Alkali- und Erdalkalimetalle sind die stärksten Salzbassen (Alkalien, alkalische Erden).

5) Wegen der grossen Affinität zum Sauerstoff ist die Darstellung der leichten Metalle sehr schwierig, da man die Verbindung zwischen Metall und Sauerstoff nur in der stärksten Hitze durch Kohle, oder aber durch den galvanischen Strom aufheben kann. Genau bekannt und Handelsartikel sind nur Kalium, Sodium, (Lithium), Magnesium und Aluminium.

6) Bis zum Jahre 1807 hielt man die Alkalien und Erden für einfache Körper; in diesem Jahre gelang es aber dem englischen Chemiker Davy, sie durch den galvanischen Strom in Metalle und Sauerstoff zu zerlegen.

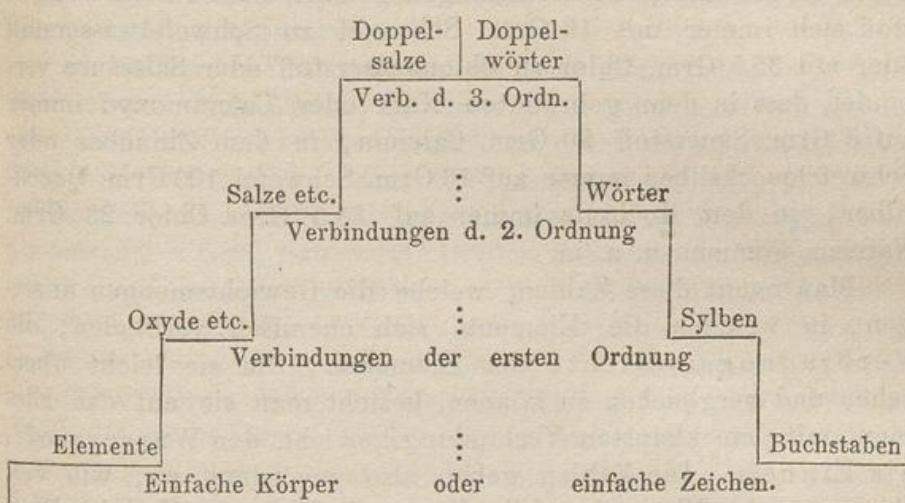
7) Die meisten leichten Metalle sind im Stande, das Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur und ohne Zusatz einer Säure zu zerlegen, d. h. ihm den Sauerstoff zu entziehen und somit den Wasserstoff frei zu machen.

Chemische Verbindungsgesetze.

Ehe wir weiter gehen zu der Betrachtung der übrigen Metalle, wird es gut sein, noch einmal einen Blick auf die im Vorigen oft erwähnten chemischen Verbindungsgesetze zu werfen und diese zu einer ungefährnen Gesetzesammlung zu vereinigen.

379. Eintheilung der chemischen Verbindungen. Wie man aus den 25 Buchstaben unseres Alphabets unzählige Worte bilden kann, so lassen sich auch aus den 63 chemischen Elementen unzählige Verbindungen darstellen. Diese zerfallen in drei grosse Abtheilungen. Verbindungen erster Ordnung entstehen, wenn Elemente sich mit Elementen vereinigen; dahin gehören z. B. Säuren und Basen. Verbinden sich diese unter einander, so erhält man die Verbindungen zweiter Ordnung, z. B. Salze. Aus der Vereinigung der Salze mit Salzen entstehen die Verbindungen dritter Ordnung, z. B. Doppelsalze.. Etwas ganz

Aehnliches finden wir auch in unserer Sprache. Aus Buchstaben und Buchstaben bilden wir Sylben, aus Sylben und Sylben Wörter, aus Wörtern und Wörtern zusammengesetzte Wörter. Das folgende Schema wird diese Aehnlichkeit klarer machen.



Das aus dem vorigen Abschnitte bekannte Doppelsalz Kali-alauum bietet ein gutes Beispiel dar, um sowohl in chemischer als sprachlicher Hinsicht den stufenweisen Uebergang vom Ein-fachen zum Zusammengesetzten daran zu erklären.

Chemisches Beispiel.

Einfache Körper u. Zeichen: K, Al O, S k, l, n, a, i, u,
(Metalle) (Nichtmetalle) (Consonanten) (Vocale)

Verbindungen 1. Ordn. KO, Al₂O₃, SO₃ ka, li, al, aun.
(Basen) (Säure) (Sylben)

Verbindungen 2. Ordn. KOSO₃, Al₂O₃ 3 SO₃ Kali, Alaun.
(Salze) (Wörter)

Verbindungen 3. Ordn. KO, SO₃ + Al₂O₃, 3 SO₃ Kalialauum.
(Doppelsalz) (Doppelwort)

Sprachliches Beispiel.

Gewichtsverhältnisse bei chemischen Verbindungen. Wenn sich Elemente chemisch mit einander verbinden, so geschieht dies immer in festbestimmten Gewichtsmengen. In dem Wasser finden wir jederzeit 1 Grm. Wasserstoff mit 8 Grm. Sauerstoff verbunden, es mag vorkommen wo und wie es will, in Quellen oder im Meere, als Eis oder Dunst. Bereiten wir es uns künstlich, indem wir Wasserstoffgas

in Sauerstoffgas verbrennen, so brauchen wir ganz genau dieselben Gewichtsmengen der beiden Gase. Nehmen wir $1\frac{1}{2}$ Grm. Wasserstoff, so bleibt $\frac{1}{2}$ Grm. Wasserstoff übrig: nehmen wir 9 Grm. Sauerstoff, so bleibt 1 Grm. Sauerstoff übrig. Ebenso haben die genauesten Untersuchungen gelehrt, dass 1 Grm. Wasserstoff sich immer mit 16 Grm. Schwefel zu Schwefelwasserstoff oder mit 35,5 Grm. Chlor zu Chlorwasserstoff oder Salzsäure verbindet, dass in dem gebrannten Kalk oder Calciumoxyd immer auf 8 Grm. Sauerstoff 20 Grm. Calcium, in dem Zinnober oder Schwefelquecksilber immer auf 16 Grm. Schwefel 100 Grm. Quecksilber, in dem Kochsalz immer auf 35,5 Grm. Chlor 23 Grm. Natrium kommen u. a. m.

Man nennt diese Zahlen, welche die Gewichtsmengen anzeigen, in welchen die Elemente sich chemisch verbinden, die Verbindungsgewichte der Elemente. Um sie leicht übersehen und vergleichen zu können, bezieht man sie auf das Element mit dem kleinsten Verbindungsgewicht, den Wasserstoff, als Einheit. Die Zahlen geben also zuvörderst an, wie viel Gramm eines Elementes, falls dieses mit Wasserstoff verbindbar, mit 1 Grm. des letztern in Verbindung treten.

380. Aequivalentgewichte. Weitere Versuche führten zu der überraschenden Entdeckung, dass man aus den gefundenen Zahlen nicht nur erfahren könne, in welchen Quantitäten sich die Elemente mit dem Wasserstoff verbinden, sondern auch, in welchen Quantitäten sie sich unter einander verbinden. Dies geschieht nämlich gleichfalls genau in den Gewichtsmengen, welche durch die Zahlen der Verbindungsgewichte angegeben werden. 1 Grm. Wasserstoff verbindet sich genau mit 8 Grm. Sauerstoff zu Wasser, mit 16 Grm. Schwefel zu Schwefelwasserstoffgas, mit 35,5 Grm. Chlor zu Salzsäure; dieselbe Menge Schwefel, die mit 1 Grm. Wasserstoff Schwefelwasserstoff giebt, bildet mit 8 Grm. Sauerstoff unterschweflige Säure, mit 20 Grm. Calcium Schwefelcalcium, mit 28 Grm. Eisen Einfach-Schwefeleisen, mit 100 Grm. Quecksilber Schwefelquecksilber oder Zinnober. Erhitzt man Eisen mit Zinnober, so tritt der Schwefel an das stärkere Eisen und das Quecksilber wird frei; 28 Grm. Eisen reichen dann gerade hin, um 116 Grm. Zinnober zu zerlegen, und dabei werden jedesmal 100 Grm. Quecksilber ausgeschieden.

Wendet man mehr Eisen an, so bleibt ein Theil Eisen unverbunden; nimmt man mehr Zinnober, so bleibt ein Theil Zinnober unzersetzt. Wenn in einer chemischen Verbindung ein Element an die Stelle eines anderen tritt, so geschieht dieses immer in den durch die Verbindungsgewichte angegebenen Quantitäten.

Für 1 Thlr. kann man kaufen oder eintauschen: 1,2 Grm. Gold oder 5 Grm. Platin, 20 Grm. Silber oder 300 Grm. Quecksilber; 1,2 Grm. Gold haben sonach denselben kaufmännischen Werth wie 5 Grm. Platin oder 20 Grm. Silber etc. Aehnlich ist es bei den chemischen Verbindungen. Mit 1 Grm. Wasserstoff verbinden sich 8 Grm. Sauerstoff, 16 Grm. Schwefel, 35,5 Grm. Chlor; mit 8 Grm. Sauerstoff verbinden sich ebenfalls 16 Grm. Schwefel, 35,5 Grm. Chlor, oder 20 Grm. Calcium, 28 Grm. Eisen, 100 Grm. Quecksilber u. s. f. 1 Grm. Wasserstoff hat also denselben chemischen Werth, dieselbe Leistungsfähigkeit wie 8 Grm. Sauerstoff, 16 Grm. Schwefel, 28 Grm. Eisen etc. Dies ist der Grund, weshalb man die angegebenen Elementmengen, nach welchen sich dieselben bei chemischen Zersetzungen der Körper derselben Art austauschen, als äquivalente ansieht (von *aequus*, gleich, und *valere*, gelten, Werth haben). Unter 1 Aequivalent Wasserstoff = H hat man sich also immer 1 Gewichtstheil, unter 1 Aeq. Sauerstoff = O 8 Gewthle., unter 1 Aeq. Chlor = Cl 35,5 Gewthle., unter 1 Aeq. Eisen = Fe 28 Gewthle. zu denken. Die Zahlen der Verbindungsgewichte werden deshalb auch Aequivalentgewichte (Aeq.-Gew.) genannt. Die Elemente mit kleinem Aequivalentgewicht müssen hiernach gleichsam als sehr kräftige chemische Körper angesehen werden, die mit grossem Gewichte dagegen als schwache.

Verbindungsgewichte oder Aequivalentgewichte der bekanntesten Elemente.

Wasserstoff H = 1	Chlor Cl = 35,5
Sauerstoff O = 8	Brom Br = 80
Stickstoff N = 14	Jod J = 127
Kohlenstoff C = 6	Fluor Fl = 19
Schwefel S = 16	Bor B = 11
Phosphor P = 31	Silicium Si = 14

Kalium	K = 39	Cadmium	Cd = 56
Natrium	Na = 23	Blei	Pb = 103,5
Lithium	Li = 7	Kupfer	Cu = 31,7
Calcium	Ca = 20	Quecksilber	Hg = 100
Barium	Ba = 68,5	Silber	Ag = 108
Strontium	Sr = 48,8	Platin	Pt = 99
Magnesium	Mg = 12	Gold	Au = 197
Aluminium	Al = 13,7	Zinn	Sn = 59
Eisen	Fe = 28	Wismuth	Bi = 208
Mangan	Mn = 27,5	Chrom	Cr = 26
Kobalt	Co = 29,5	Molybdän	Mo = 48
Nickel	Ni = 29,5	Wolfram	W = 92
Uran	U = 60	Antimon	Sb = 120
Zink	Zn = 32,5	Arsen	As = 75

Statt, wie es hier geschehen, die Verbindungsgewichte auf 1 Wasserstoff zu beziehen, wurden bisher vielfach 100 Sauerstoff als Einheit angenommen. Um die obigen Zahlen dieser Annahme gemäss umzuwandeln, braucht man sie nur mit $12\frac{1}{2}$ zu multipliciren.

381. Verbindungs- oder Aequivalentgewichte zusammengesetzter Körper. Die im Vorhergehenden an den Elementen nachgewiesene Gesetzmässigkeit gilt auch für die chemischen Verbindungen zweiter und dritter Ordnung, worauf schon der Vorgang beim Neutralisiren einer Basis mit einer Säure und die in 267. und 268. besprochenen Verbindungsverhältnisse hindeuten. Wenn sowohl die basischen Eigenschaften einer Basis als die sauren einer Säure verschwunden sind, dann haben sich gerade von beiden Körpern die gesetzlich bestimmten Mengen mit einander vereinigt. Wie gross diese Menge für jeden Körper sei, erfährt man leicht, wenn man die Aequivalentzahlen ihrer Bestandtheile zusammenaddirt.

Kreide ist kohlensaure Kalkerde (CaO, CO_2).

Die Kalkerde besteht aus: Die Kohlensäure besteht aus:

1 Aeq. Calcium = 20 1 Aeq. Kohlenstoff = 6
und 1 Aeq. Sauerstoff = 8; und 2 Aeq. Sauerstoff = 16;

CaO hat also die Zahl 28, CO_2 hat also die Zahl 22,

d. h. in der Kreide sind immer 28 Grm. Kalkerde mit 22 Grm. Kohlensäure verbunden und genau dieselben Mengen muss man anwenden, wenn man sie künstlich aus ihren Bestandtheilen darstellen will. Der kohlensaure Kalk erhält hiernach die Zahl = 50.

Will man die Kreide durch englische Schwefelsäure in Gyps ($\text{CaO}, \text{SO}_3 + 2\text{HO}$) umwandeln, so hat man zuerst die Zahl für die englische Schwefelsäure zu suchen. In ihr findet man gewöhnlich 1 Aeq. wasserfreie Schwefelsäure mit 1 Aeq. Wasser vereinigt.

Die Bestandtheile der Schwefelsäure sind:

1 Aeq. Schwefel = 16

und 3 Aeq. Sauerstoff = 24;

SO_3 hat also die Zahl = 40.

Die Bestandtheile des Wassers sind:

1 Aeq. Wasserstoff = 1

und 1 Aeq. Sauerstoff = 8;

HO hat also die Zahl = 9.

Die englische Schwefelsäure erhält folglich die Zahl = 49. Diese Quantität in Grammen reicht genau hin, um, unter Zuhilfenahme von noch 1 Aeq. Wasser (9 Grm.), die obigen 50 Grm. von kohlensaurem Kalk vollständig in schwefelsauren zu verwandeln. Die Kohlensäure, welche dabei entweicht, beträgt 22 Grm.

Der Gyps verbindet sich immer mit 2 Aeq. Krystallwasser, seine Bestandtheile sind also:

1 Aeq. $\text{CaO} = 28$

1 Aeq. $\text{SO}_3 = 40$

und 2 Aeq. $\text{HO} = 18$

Aeq.-Zahl des krystall. Gypses = 86.

Aeq.-Zahl des wasserfreien Gypses = 68.

Ehe man diese Gesetze kannte, konnte man nur durch mühsames Probiren finden, wie viel man von dem einen Körper zu nehmen hatte, um ihn mit einem anderen zu verbinden oder durch ihn einen anderen zu ersetzen; jetzt braucht man nur in den Tabellen der Verbindungs- oder Aequivalentgewichte die betreffenden Zahlen nachzusehen, um im Voraus die anzuwendenden Gewichtsmengen zu erfahren.

382. Gesetz der multiplen Proportionen. Viele Elemente haben die Fähigkeit, sich bald mit weniger, bald mit mehr, bald mit noch mehr Sauerstoff, Schwefel, Chlor u. s. w. zu verbinden; es entstehen auf diese Weise die unter 177. beschriebenen Oxyda-

tions-, Schwefelungs- und Chlorstufen. Es könnte auf den ersten Blick scheinen, als läge darin ein Widerspruch mit dem Gesetze: dass sich die Körper immer in festbestimmten Quantitäten mit einander verbinden; der Widerspruch verschwindet aber, wenn man die Sache aufmerksamer betrachtet, denn man wird dann finden, dass es sich nicht um ein beliebiges oder zufälliges Mehr oder Weniger handelt, sondern um ein gleichfalls festbestimmtes und unveränderliches.

Besteigen wir eine Anhöhe, so steht es in unserm Belieben, mehr oder weniger, grössere oder kleinere Schritte zu machen, denn wir können den Fuss auf jeder beliebigen Stelle aufsetzen; steigen wir aber auf einer Treppe oder einer Leiter in die Höhe, so sind wir gezwungen, eine festbestimmte Anzahl von Schritten zu machen, weil wir den Fuss nur an bestimmten Stellen aufsetzen können. Wie in dem letzteren Falle, so verhält es sich auch mit den Körpern, die sich in mehr als einem Verhältnisse mit einem anderen verbinden: es werden von ihnen zwar verschiedene, jederzeit aber doch unveränderliche Mengen aufgenommen. Hierbei hat man gefunden, dass die grösseren Mengen immer genau das $1\frac{1}{2}$ fache, Doppelte, $2\frac{1}{2}$ fache, 3 fache oder $3\frac{1}{2}$ fache von der geringsten Menge betragen, nicht aber etwa das $1\frac{1}{4}$ fache oder $1\frac{3}{4}$ fache oder $1\frac{7}{8}$ fache u. s. w. Das Aufsteigen erfolgt gleichsam nur auf ganzen oder halben Stufen, z. B.:

6 Grm. Kohlenstoff geben mit	$\left\{ \begin{array}{lll} 8 & \text{Grm. Sauerst. Kohlenoxydgas} & = \text{CO}, \\ 12 & " & \text{Oxalsäure (doppelt)} = \text{C}_2\text{O}_3, \\ 16 & " & \text{Kohlensäure} = \text{CO}_2. \end{array} \right.$
14 Grm. Stickstoff geben mit	$\left\{ \begin{array}{lll} 8 & \text{Grm. Sauerst. Stickoxydul} & = \text{NO}, \\ 16 & " & \text{Stickoxyd} = \text{NO}_2, \\ 24 & " & \text{salpetrige Säure} = \text{NO}_3, \\ 32 & " & \text{Untersalpeters.} = \text{NO}_4, \\ 40 & " & \text{Salpetersäure} = \text{NO}_5. \end{array} \right.$
27,5 Grm. Mangan- metall geben mit	$\left\{ \begin{array}{lll} 8 & \text{Grm. Sauerst. Manganoxydul} & = \text{MnO}, \\ 12 & " & \text{Manganoxyd (doppelt)} = \text{Mn}_2\text{O}_3, \\ 16 & " & \text{Manganüberoxyd} = \text{MnO}_2, \\ 24 & " & \text{Mangansäure} = \text{MnO}_3, \\ 28 & " & \text{Uebermangan-} \\ & & \text{säure (doppelt)} . . = \text{Mn}_2\text{O}_7. \end{array} \right.$

Bei den Kohlenstoffverbindungen ist also das
Verhältniss des Sauerstoffs wie 1 zu $1\frac{1}{2}$ zu 2.

Bei den Stickstoffverbindungen ist also das
Verhältniss des Sauerstoffs wie 1 : 2 : 3 : 4 : 5.

Bei den Manganverbindungen ist also das
Verhältniss des Sauerstoffs wie 1 : $1\frac{1}{2}$: 2 : 3 : $3\frac{1}{2}$.

Man sieht, diese Zahlen stehen in einem sehr einfachen Verhältnisse (Proportion) zu einander und die grösseren betragen immer ein Mehrfaches (Multiples) von den kleineren; daher der Name: Gesetz der multiplen Proportionen.

383. Gesetz der einfachen Gasvolume. Dieselbe Gesetzmässigkeit, welche bezüglich des Gewichtes bei der Verbindung eines Körpers mit einem anderen stattfindet, nehmen wir auch dann wahr, wenn wir bei der Verbindung von gasförmigen Körpern untersuchen, welche Mengen dem Maasse nach sich chemisch mit einander vereinigen. Die Antwort lautet: Gas- und dampfförmige Körper verbinden sich nach einfachen Raum- oder Volumverhältnissen mit einander. Ferner hat man gefunden, dass die erzeugte Verbindung, sofern sie wiederum gas- oder dampfförmig ist, entweder das Volum ihrer Bestandtheile beibehält oder sich in einfachem Verhältniss zu einem kleineren Volum verdichtet. So werden z. B. erzeugt aus:

1 Vol. Chlor	und 1 Vol. Wasserstoff	2 Vol. Chlorwasserstoff, HCl,
1 " Sauerstoff	" 1 "	Stickstoff 2 " Stickstoffoxyd, NO ₂ ,
1 " Stickstoff	" $1\frac{1}{2}$ "	Sauerstoff 2 " salpetrige Säure, NO ₃ ,
1 " Sauerstoff	" 2 "	Stickstoff 2 " Stickstoffoxydul, NO,
1 " " " 2 "	Wasserstoff 2 "	Wassergas, HO,
1 " Schwefelgas	" 2 "	Sauerstoff 2 " schweflige Säure, SO ₂ ,
1 " " " 2 "	Wasserstoff 2 "	Schwefelwasserstoff, HS,
1 " Stickstoff	" 3 "	Wasserstoff 2 " Ammoniak, NH ₃ etc.

Wir finden also auch hier dieselbe Gesetzmässigkeit und eine noch weit grössere Einfachheit, als wenn die Körper sich dem Gewichte nach mit einander verbinden. Wäre es möglich, alle Körper in Gase zu verwandeln, so würden wir wahrscheinlich bei allen chemischen Verbindungen ähnliche einfache Maassverhältnisse bemerken. Durch Vergleichung des Gewichts, welches

gleiche Volume der einzelnen Gase, z. B. 1 Liter, besitzen (Volumgewicht), lassen sich aber auch hier die Maassbestimmungen leicht in Gewichtsbestimmungen überführen.

So viel über die durch das Experiment bewiesenen Regelmässigkeiten bei chemischen Verbindungen und Zersetzung. Ueber die daraus gezogenen mehr theoretischen und hypothetischen Folgerungen wird in Verbindung mit den neueren chemischen Theorieen und Ansichten ein kleiner Nachtrag am Schlusse dieser Abtheilung nachfolgen.

