

Die  
**Schriftsprache der Chemiker.**

Von

**A. BAUER.**

Vortrag, gehalten am 3. Februar 1862.



Schlichte Naturbeobachtung, Erfahrung ist die Grundlage einer jeden Naturwissenschaft. Die Beobachtung der Naturerscheinungen und die Frage nach den Ursachen derselben führte zur Naturlehre im Gegensatze zur descriptiven Naturwissenschaft oder Naturgeschichte, welche die am ruhenden Körper wahrnehmbaren äusseren Eigenschaften studiert.

Als selbstständige Wissenschaft trennte sich vor etwa 8 Jahrzehnten die Chemie von der allgemeinen Naturlehre, sich speciell der Erforschung der Zusammensetzung und der Beziehungen der einzelnen Körper zu einander widmend.

Lavoisier, an dessen Arbeiten sich diese vollständige Emancipation der Chemie knüpft, sagt in seinem *Traité de chimie* (1793): „La chimie, en soumettant à des expériences les différents corps de la nature, a pour objet de les décomposer et de se mettre en état d'examiner séparément les différents substances qui entrent dans leur combinaison . . . la chimie marche vers son but et vers sa perfection en divisant, subdivisant et resubdivisant encore . . .“

Auf dem Wege der Analyse hat man bekanntlich eine Reihe von Stoffen gefunden, die mit den bisher zu Gebote stehenden Mitteln nicht mehr weiter zerlegt werden konnten, die man daher als einfache Stoffe oder Elemente bezeichnen musste.

Wenn sich diese einfachen Körper zu neuen, zusammengesetzten Körpern verbinden, so geschieht dies nur in bestimmten, durch Versuche ermittelten Mengenverhältnissen. Es ist dies ein Hauptmerkmal der chemischen Verbindungen, dass das Gewichtsverhältniss ihrer Bestandtheile unveränderlich ist. Darin besteht ja gerade der Hauptunterschied zwischen einer Verbindung und einem Gemenge, in welchem letzterem die Bestandtheile in ganz beliebig veränderlichen Mengen vorhanden sind.

Zwar können zwei Stoffe allerdings sich auch in mehreren Verhältnissen mit einander vereinigen, aber es stehen dann die mit derselben Menge des einen Stoffes *A* verbundenen Quantitäten des zweiten Stoffes *B* unter sich in einem sehr einfachen Verhältniss, welches durch ganz einfache Zahlen ausgedrückt werden kann.

Verschiedene Stoffe (*a*, *b*, *c*, . . .), welche sich mit einer bestimmten Quantität eines Stoffes  $\alpha$  zu chemischen Verbindungen vereinigen, verbinden sich unter einander in denselben Gewichtsverhältnissen (oder in Multipeln davon), in denen sie sich mit dem Körper  $\alpha$  vereinigten.

Es sind diese Gesetze unter dem Namen des Gesetzes der Aequivalente und der vielfachen Verhältnisse bekannt, und wurden von Richter und Dalton aufgefunden.

Schwefel und Quecksilber kann man bekanntlich in allen möglichen Verhältnissen mit einander mischen, um beide Elemente aber zu Zinnober zu vereinigen sind auf 100 Pfd. Quecksilber genau 16 Pfd. Schwefel erforderlich; ein noch so kleiner Ueberschuss des einen oder des anderen Bestandtheiles wird nach der Bildung des Zinnobers unverändert übrig bleiben.

Die Erfahrung lehrt, dass der Zinnober durch Erhitzen mit Eisen zerlegt wird, dass sich Schwefel-eisen bildet und Quecksilber abgeschieden wird. Untersucht man nun, wie viel Eisen nöthig ist, um die gebildeten 116 Pfd. Zinnober zu zerlegen, so findet man, dass hiezu 28 Pfd. Eisen erforderlich sind.

Man ersieht ferner, dass bezüglich der Wirkungswerthe der beiden Metalle Eisen und Quecksilber gegen Schwefel gesagt werden kann: 100 Pfd. Quecksilber sind so viel werth als 28 Pfd. Eisen, oder 28 Pfd. Eisen sind im Stande, denselben Effect gegenüber dem Schwefel hervorzubringen als 100 Pfd. Quecksilber, oder 28 Pfd. Eisen sind im Stande 100 Pfd. Quecksilber zu vertreten, so wie 39 Pfd. Silber denselben Werth als Geld repräsentiren wie 73 Loth Gold oder 1040 Pfd. Kupfer.

Von irgend einem Grundstoffe ausgehend, kann man daher für alle anderen Grundstoffe Zahlen er-

mitteln, die wir Verbindungszahlen (Mischungsgewichte) nennen wollen, weil sie uns zeigen, wie viel von einem Körper mindestens nöthig ist, um sich mit einem anderen zu verbinden, und die wir auch Werthzahlen (Aequivalente) nennen können, um anzudeuten, dass sie zugleich angeben, wie viel von dem einen Körper nöthig ist, um denselben Effect hervorzubringen, wie durch eine gewisse Menge eines anderen Körpers.

Um das Gesetz der constanten Gewichtsverhältnisse zu erklären, ersann Dalton die noch heute allgemein angenommene Atomentheorie. Er sagte: nehmen wir an, dass alle Körper nur bis zu einer gewissen Grenze theilbar sind, also aus vielen untheilbaren kleinsten Theilchen bestehen, diese kleinsten Theilchen, die Atome eines und desselben Grundstoffes sind gleich schwer und gleich gross und sind mit einer Wärmesphäre umgeben, so dass sie sich nicht unmittelbar berühren. Wenn mehrere Elemente sich zu einer chemischen Verbindung vereinigen, so legen sich die Atome dieser Elemente innig an einander, ein zusammengesetztes Atom (Molekül) bildend. Die jedem Elemente zukommende constante Gewichtszahl (Mischungsgewicht, Aequivalent) können wir demnach als das Atomgewicht, das Gewicht eines Atomes des betreffenden Körpers bezeichnen.

Die Atomgewichtszahlen sind also relative Grössen, bei denen man eine als Einheit annehmen kann, um einen Maassstab zum Vergleiche zu haben. Ueberein-

kunftsgemäss hat man den Wasserstoff als Einheit angenommen. 1 Atom Wasserstoff wiegt also 1 Gewichtstheil.

Ein Gewichtstheil also z. B. 1 Pfd. Wasserstoff verbindet sich mit 8 Pfd. Sauerstoff zu Wasser; nach dem Gesetz der vielfachen Proportionen können sich aber 1 Pfd. Wasserstoff auch noch mit  $2 \cdot 8 = 16$  Pfd. Sauerstoff, oder  $3 \cdot 8 = 24$  Pfd. Sauerstoff vereinigen. Nach der Atomtheorie werden wir nicht anstehen zu sagen, dass da 1 Gewichtstheil Wasserstoff  $=$  1 Atom Wasserstoff ist; 1 Atom Sauerstoff 8 Gewichtstheile wiegt, und im Wasser somit 1 Atom Sauerstoff mit 1 Atom Wasserstoff, in den beiden anderen Verbindungen hingegen 1 Atom Wasserstoff mit je 2 und 3 Atomen Sauerstoff sich vereinigt haben. Worauf stützt sich aber unsere Annahme, dass im Wasser 1 Atom Wasserstoff mit 1 Atom Sauerstoff verbunden sind? Das Verhältniss bleibt ja, da man es mit Verhältnisszahlen zu thun hat, offenbar dasselbe, auch wenn man annimmt, dass 2 oder etwa 3 Atome Wasserstoff sich mit 1 Atom Sauerstoff verbunden haben. Das Gewicht eines Atom Sauerstoff wird dann blos im ersten Falle zu  $2 \cdot 8 = 16$  Gewichtstheilen, im zweiten Falle zu  $3 \cdot 8 = 24$  Gewichtstheilen angenommen werden müssen. Die obige Annahme, wonach ein Atom Sauerstoff mit einem Atom Wasserstoff zu Wasser verbunden sind, entbehrt jeglicher festen Begründung. Nur mit Rücksicht auf die anzustrebende möglichste Einfachheit der Verhältnisse

kann man das Atomgewicht des Sauerstoffes zu 8 Gewichtstheilen annehmen, nicht aber zu 16 oder 32 Gewichtstheilen.

Nur die Verhältnisszahlen als solche sind, als durch das Experiment ermittelt, unumstösslich, über ihren absoluten Werth sind verschiedene Ansichten möglich.

Eine Reihe von Betrachtungen, die hier mitzutheilen uns zu weit führen würde, gestattete dem Chemiker, sich eine Vorstellung über die relative Grösse der Atome zu machen und führt ihn zur Annahme des von Ampère aufgestellten Satzes: Gleiche Volumen gasförmiger Körper enthalten gleich viel Atome. Dieser Satz stimmt auch mit der von Dulong und Petit aufgestellten Regel, wonach die specifischen Wärmen der Elemente sich umgekehrt verhalten, wie die Atomgewichte.

Gerhardt, der die Atomgewichte der Elemente diesen Verhältnissen entsprechend entwickelte, ging auch bei seiner Annahme von den Volumsbetrachtungen aus. Er nahm das Atomgewicht des Sauerstoffes zu 16 Gewichtstheilen an, auf die Thatsache fussend, dass das Wasser, wenn man es in seine Elementarbestandtheile zerlegt, in 1 Volumtheil Sauerstoff und 2 Volumtheile Wasserstoff zerfällt. Wenn nun in gleichen Volumen der einfachen Gase gleichviel Atome enthalten sind, so musste er im Wasser 2 Atome Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff annehmen, da aber 1 Gewichtstheil Wasserstoff mit 8 Gewichtstheilen



Sauerstoff zu Wasser verbunden sind und 1 Atom Wasserstoff 1 Gewichtstheil wiegt, so muss offenbar 1 Atom Sauerstoff  $2 \times 8 = 16$  Gewichtstheilen wiegen.

Die meisten neueren Chemiker unterscheiden demnach zwischen Mischungsgewicht und Atomgewicht und nehmen für einige der bekannteren Grundstoffe folgende Zahlen an:

	Atom- gewicht.	Mischungs- gewicht.
Wasserstoff	$= 1$	1
Sauerstoff	$= 16$	8
Chlor	$= 35.5$	35.5
Natrium	$= 23$	23
Kohlenstoff	$= 12$	6
Schwefel	$= 32$	16
. . .	. . .	. . .

Wie unrichtig es war, die Mischungsgewichte gelten zu lassen, mag ein einziges Beispiel zeigen.

Es ist bekannt, dass die Erfahrung längst gelehrt hatte, dass in allen gut untersuchten Kohlenstoff-Verbindungen der Kohlenstoff, dessen Mischungsgewicht gleich 6 angenommen wurde, nie in einer ungeraden Atomenzahl erscheint, d. h. aber, dass seine kleinste Wirkungsgrösse, dass die kleinste Menge, die von demselben in einer Verbindung vorkommen kann, mit Bezug auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff nicht 6, sondern  $2 \times 6 = 12$  Gewichtstheile beträgt; wenn also 12 Gewichtstheile das relative Gewicht seines

kleinsten Theilchens (Atomes) ist, so muss man ihm auch das Atomgewicht 12 geben, da es dem Begriff eines Atomes widersprechend wäre, dasselbe zu theilen.

Es muss übrigens noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht werden, den wir bisher übergangen haben. Oben wurde gezeigt, dass die Mischungsge-  
wichts-Zahlen auch Aequivalentzahlen genannt werden können, weil sie anzeigen, wie viel von dem Grundstoff *A*, gegenüber einem andern Grundstoff *X*, denselben Effect hervorzubringen vermag als der Grundstoff *B*.

Dies gilt jedoch nicht von allen Mischungsge-  
wichtszahlen, wie folgende Betrachtung zeigen mag:

Das Ammoniakgas besteht aus 1 Atom (14 Gewichtstheile) Stickstoff und 3 Atomen Wasserstoff; zersetzt man dieses durch Chlor, dessen Atom 35.5 Gewichtstheile wiegt, so sind hiezu  $3 \times 35.5$  Gewichtstheile, also 3 Atome erforderlich. 3 Atome Chlor sind äquivalent 3 Atomen Wasserstoff, bringen also denselben Effect hervor wie 1 Atom Stickstoff, 3 Atome Chlor treten an die Stelle von 1 Atom Stickstoff, 1 Atom Stickstoff ist daher 3 Atomen Chlor oder 3 Atomen Wasserstoff äquivalent.

Durch Betrachtung möglichst vieler Thatsachen ist es dem Chemiker möglich, neben der Atomgewichts-Zahl für jeden Grundstoff noch eine andere, eine Aequivalentzahl zu entwickeln, welche ebenso wie erstere eine Verhältnisszahl ist und auf Wasserstoff als Einheit bezogen wird. Diese Zahl

steht zu ersterer erfahrungsgemäss in einer höchst einfachen Beziehung und ist entweder die Hälfte, ein Dritttheil oder ein Viertheil der ersteren. So oft man daher von deren Aequivalentgewicht, der Aequivalenz oder Atomigkeit eines Körpers spricht, sagt man nur, wie vielfach sein Atomgewicht bezüglich der Aequivalentgewichte ist. Der Kohlenstoff hat das Atomgewicht 12 und ist vieratomig, d. h. äquivalent 4 Atomen Wasserstoff, somit sind  $\frac{12}{4} = 3$  Gewichtstheilen Kohlenstoff äquivalent (1 Atom) 1 Gewichtstheil Wasserstoff. Die Aequivalentzahl des Kohlenstoffes ist gleich 3.

---

Um alle diese Verhältnisse leichter zu veranschaulichen, hat man nach dem Vorschlag des schwedischen Chemikers Berzelius jedem Grundstoffe ein Zeichen gegeben, und zu diesem den Anfangsbuchstaben seines lateinischen Namens gewählt, bei Gleichheit dieser Buchstaben noch durch einen zweiten aus dem Namen genommenen Buchstaben kenntlich gemacht.

Jedem solchen Zeichen legt man nun einen gewissen Werth bei, und zwar ist dieser Werth die Atomgewichtszahl des Elementes. Um ferner auch sein Aequivalentgewicht (Wirkungswerth), oder wie man sagt, seine Atomigkeit oder Basicität an seinem Zeichen zu erkennen, schreibt man nach Odling's Vorschlag mit römischen Ziffern ober sein Zeichen

die Zahl hin, welche anzeigt, wie vielmal grösseren Wirkungswerth das durch das Zeichen angegebene Atom dieses Elementes hat als der Wirkungswerth der Einheit (Wasserstoff). Diesen Index lässt man bei allen jenen Körpern weg, deren Atomgewicht mit dem Aequivalentgewicht identisch ist.

Das Chlor hat das Zeichen Cl, und  $\text{Cl} = 35.5$ , d. h. 1 Atom  $= 1$  Gewichtstheil Wasserstoff ( $\text{H} = 1$ ) verbindet sich mit wenigstens 35.5 Gewichtstheilen  $= 1$  Atom Chlor, und 35.5 Gewichtstheile Chlor sind 1 Gewichtstheil Wasserstoff gleichwerthig.

Der Stickstoff hat das Zeichen  $\overset{\text{III}}{\text{N}}$ , und  $\overset{\text{III}}{\text{N}} = 14$ , d. h. 1 Atom Stickstoff, mindestens 14 Gewichtstheile Stickstoff können sich mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff (oder 1 Atom jedes mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff gleichwerthigem Elemente) verbinden. 14 Gewichtstheile Stickstoff sind jedoch so viel werth, als 3 mal 1 Gewichtstheil Wasserstoff, d. h. der Stickstoff ist ein 3 atomiger Körper.

1 Atom Stickstoff ist äquivalent 3 Atomen Wasserstoff.

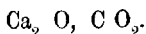
Die chemischen Zeichen, denen also wie wir gesehen haben, gewisse Werthe beigelegt werden, und die somit einerseits das relative Gewicht eines Atomes sowohl, wie den Wirkungswerth (Atomigkeit) eines Elementes ausdrücken, lassen sich zu Formeln vereinigen, welche sagen, welche Elemente zusammengetreten sind, um irgend eine Verbindung zu bilden,

oder besser gesagt, in welche Elemente irgend eine Verbindung durch Analyse zerlegt werden kann.

So finden wir in der Kreide: Kohlenstoff, Sauerstoff und das Metall Calcium. Die chemische Formel der Kreide ist  $\text{Ca}_2 \overset{\text{iv}}{\text{C}} \overset{\text{ii}}{\text{O}_3}$  und sagt uns gleichzeitig mit Rücksicht auf die Atomgewichtstafel, dass 40 Gewichtstheile Calcium, 12 Gewichtstheile Kohlenstoff und 48 Gewichtstheile Sauerstoff zusammengetreten sind, um die Kreide zu bilden.

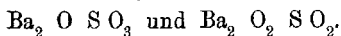
Es ist als bekannt vorauszusetzen, dass man in den chemischen Verbindungen nähere und entferntere Bestandtheile angenommen hatte. Eine durch zahllose Erfahrungen ermittelte Thatsache ist es, dass man durch Zusammenbringung von Calcium, Kohlenstoff und Sauerstoff nicht direct Kreide zu erhalten im Stande ist, so wie es durch Analyse nur schwer gelingt, aus der Kreide diese Grundstoffe abzuscheiden. Mit grösster Leichtigkeit gelingt es jedoch, aus Kohlensäure und Kalk Kreide zu erhalten, sowie dieselbe in Kohlensäure und Kalk wieder zu zerlegen. Da nun der elektropositive Kalk in das elektropositive Calcium und in den elektronegativen Sauerstoff zerlegt werden kann, hingegen die Analyse in der elektronegativen Kohlensäure den elektropositiven Kohlenstoff und elektronegativen Sauerstoff nachweist, so nahm man bekanntlich, gestützt auf Berzelius' elektrochemische Theorie, an, die Kreide bestehe aus

Kohlensäure und Kalk. Die chemische Formel der Kreide wäre demnach:



Es ist leicht einzusehen, dass diese Formel eine Hypothese in sich einschliesst, und nicht blos der Ausdruck der durch die Erfahrung gegebenen Thatsache ist, denn es lässt sich durch kein Experiment beweisen, dass in der (aus Kohlenstoff, Calcium und Sauerstoff bestehenden) Atomgruppe von Kreide der Sauerstoff gleichsam getheilt ist und zwei Atomgruppen, d. h. von Kohlensäure (Kohlenstoff und Sauerstoffatome) und Kalk (Calcium und Sauerstoffatome) zusammengetreten sind, um Kreide zu bilden.

Der Schwerspath, in welchem die Analyse Baryum, Sauerstoff und Schwefel nachweist, wurde aus ähnlichen Gründen als eine Verbindung der Schwefelsäure mit Baryt betrachtet. In der That lässt sich dieser Körper leicht in Schwefelsäure und Baryt zerlegen und leicht aus Schwefelsäure und Baryt bereiten. Ebenso leicht aber bildet er sich aus schwefeliger Säure und Baryumsuperoxyd, und es lassen sich ebensoviel Gründe dafür anführen, dass der Schwerspath aus Schwefelsäure und Baryt bestehe, als Gründe geltend gemacht werden können dafür, dass schwefelige Säure und Baryumsuperoxyd den Schwerspath erzeugen. Die beiden folgenden Formeln des Schwerspathes sind also gleichberechtigt:



Thatsächliches ist eben über die Lagerung der Atome nichts bekannt und konnte auch, gestützt auf die elektrochemische Hypothese, bloss vermuthet werden. Da aber gegen diese Hypothese mancherlei einzuwenden ist, so hat man sich nach dem Vorschlage Laurent's, Gerhardt's u. a. entschlossen, dieselbe fallen zu lassen, und nur das durch Erfahrung Gegebene als wahr anzunehmen.

Das Einschlagen dieses Weges hat goldene Früchte getragen und die Wissenschaft mächtig gefördert.

Reine Erfahrungen, experimentelle Forschungen waren es, welche den Sturz der elektrochemischen Theorie bedingten, und zwar waren es insbesondere die Forschungen im Gebiete der organischen Chemie, deren bedeutendste Fortschritte sich an die Arbeiten Liebig's knüpfen. Die Formeln der zahllosen Menge von sogenannten organischen Körpern, die, aus verhältnissmässig wenig Grundstoffen aufgebaut, eine grosse Verschiedenheit zeigen, konnten nur mit grosser Schwierigkeit nach der elektrochemischen Theorie erklärt werden. Insbesondere war es die Beobachtung, dass sich Grundstoffe in Verbindungen nach ihren Aequivalenten-Werthen vertreten können, und dabei, obwohl in elektrochemischer Hinsicht sehr verschieden von einander, doch den Hauptcharakter der Verbindung nicht ändern, während man aus der elektrochemischen Theorie consequent folgern musste, dass eine gegenseitige Vertretung nur durch in der elektrischen Reihe neben einander stehende Körper erfolgen kann,

während legionsweise Erfahrungen gerade das Gegentheil zeigten, und angenommen werden musste, dass eine wahre Vertretung eines Grundstoffes durch den anderen eintritt, wenn die Atome des einen Grundstoffes an die Stelle der Atome des anderen treten. In diesem Falle wird eine gewisse Analogie zwischen den beiden Producten statt haben, es mögen die beiden Grundstoffe in der elektrochemischen Reihe neben einander oder weit von einander stehen.

Es sei mir erlaubt, dies durch einen trivialen Vergleich zu versinnlichen. Denken wir uns eine Mauer aus 2000 Stück Backsteinen, die regelmässig aneinander gereiht sind, aufgeführt. Nimmt man nun einen Theil der Backsteine, etwa 200, die neben einander gelagert sind, heraus und giebt an ihre Stelle ein ganz unähnliches Material, z. B. Holzklötze, so wird die Mauer nicht wesentlich in ihrer Eigenschaft verändert sein. Wir können uns auf diese Weise eine sogenannte Riegelwand aus einer vollen Mauer entstanden denken. So wird der Charakter der Verbindung Essigsäure wenig verändert, wenn an den Platz eines Theiles der Wasserstoffatome Chloratome treten. Wenn wir aber für die 200 herausgenommenen Backsteine ein noch so ähnliches Material: allenfalls wieder Backsteine geben, sie aber nicht an der Stelle der Mauer anbringen, wo wir die 200 Backsteine herausnahmen, so hat sich der Charakter der Mauer wesentlich verändert, so wie die chemische Verbindung Essigsäure sich wesentlich verändern kann, wenn



ein Theil der Wasserstoffatome nach erfolgter Umwandlung einen verschiedenen Platz einnehmen.

Gay Lussac hatte das erste Beispiel einer wahren Substitution geliefert, indem er zeigt, dass das Wachs beim Bleichen durch Chlor, unter Entwicklung von Chlorwasserstoff an die Stelle des Wasserstoffes Chlor aufnehme. Dumas wies nach, wie die Essigsäure, ohne wesentlich ihren Charakter zu verlieren, mehrere Atome Wasserstoff gegen Chlor auszutauschen vermag und verglich sinnig diese Art der Substitution mit dem an krystallisirten Mineralien beobachteten Gesetz der Isomorphie.

Diese Auffassung musste aber der elektrochemischen Theorie einen grossen Stoss geben, und ihre Unzulänglichkeit wurde nur in um so helleres Licht gestellt, als sie durch viele Jahre von ihren Anhängern vertheidigt wurde und noch vertheidigt wird, denn wie ihr eigner Schöpfer Berzelius sagt:

„Die Gewohnheit einer Meinung erzeugt oft die völlige Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit.“

Laurent war der Erste, der gegen sie auftrat; Dumas, anfangs ein Gegner Laurent's, dem er selbst die besten Waffen in die Hand gegeben hatte, schloss sich bald ihm an und auch Liebig erklärte, dass, „wenn auch die organischen Verbindungen, in gewisser Richtung betrachtet, den unorganischen gleichen, so weichen sie in unzählig anderen davon ab; sie besitzen Eigenthümlichkeiten, die wir gelten lassen müssen, weil wir sie nicht erklären können,“ bis zu

einem bestimmten Punkte folgen wir also den Principien der unorganischen Chemie, aber über diesen Punkt hinaus, wo sie uns verlassen, wo sie, anstatt Verwicklungen zu lösen, Verwicklungen schaffen, über diesen Punkt hinaus bedürfen wir neuer Principien.“

Um dies näher zu erörtern, muss erwähnt werden, dass man lange die organische Chemie als etwas ganz Anderes betrachtet hat, als die unorganische Chemie, und viele von denen, die hartnäckig die elektrochemische Theorie vertheidigten, mögen willkürlich oder unwillkürlich von der Idee ausgegangen sein, dass jene Millionen von Verbindungen, die aus wenig Elementen aufgebaut, die sogenannten organischen Körper bilden, eben eine Ausnahme machen von der gewöhnlichen Mineralsubstanz, so zwar, dass man die organische Chemie betrachtet als die Chemie der Thier- und Pflanzenstoffe, d. h. der Körper, die unter dem Einflusse der Lebenskraft gebildet, und nur jene Substanzen, die durch chemische Umwandlung aus diesen erhalten werden können. (Gmelin, Handbuch der Chemie.)

Diese Ansicht wurde wesentlich unterstützt durch das Factum, dass es lange nicht gelingen konnte, einen der sogenannten organischen Körper aus seinen Elementen nachzubilden, nichts war also natürlicher, als eben anzunehmen, dass diese Körper unter den Einflüssen einer eigenen Kraft, die man Lebenskraft nannte, entstehen.

Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht ist längst unbestreitbar. Wöhler war der erste, dem es gelang, den Harnstoff, also einen sogenannten organischen Körper par excellence, aus seinen Elementarbestandtheilen durch Synthese zu bilden, und seitdem wurde durch Berthelot der Alkohol, das Fuselöl, die Ameisensäure u. a. Körper auf synthetischem Wege gebildet. Die Schranken, die die unorganische Chemie von der organischen trennten, sind gefallen, und wir nennen heute das, was man früher organische Chemie nannte, die Chemie der Kohlenstoffverbindungen.

Wenn viele der Kohlenstoffverbindungen im Thier- und Pflanzenreiche gebildet und gefunden werden, so ändert dies nichts in unserer Ansicht. Die sogenannten mineralischen Körper finden sich auch in Thier- und Pflanzenkörpern, sowie in den die Erde aufbauenden Gesteinen. Bei dem Studium des Kaliums und Aluminiums, beim Studium des Feldspathes ist es durchaus, um diese Grundstoffe und ihre Verbindungen vom chemischen Standpunkte aus zu studieren, nicht gleichzeitig nothwendig, die Bildung der Alpenkette oder der Pyrenäen, zu deren Aufbau diese Substanzen dienen, kennen zu lernen.

Ebenso wenig ist es nothwendig, beim Studium der Kohlenstoffverbindungen auf das Wachsthum der Thiere und Pflanzen einzugehen, Aufgaben, mit denen sich die Physiologie zu beschäftigen hat.

Was wir heute noch als Chemie der Kohlenstoffverbindungen oder organische Chemie kennen, wird bald als eigener Abschnitt in den Handbüchern der Chemie verschwunden sein. Eine solche Trennung der Kohlenstoffverbindungen, wie sie heute (aus Zweckmässigkeitsgründen mit Rücksicht auf die Uebergangsperiode) existirt, konnte allenfalls so lange gerechtfertigt erscheinen, als man blos die Verbindungen des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffe, dem Sauerstoffe und allenfalls noch dem Stickstoffe in den Kreis der Betrachtung zog. Seit aber durch die Arbeiten von Cahours, Frankland, Löwig, Riche, Wurtz, Wanklyn u. a. eine ausserordentlich grosse Menge von Kohlenstoffverbindungen dargestellt wurden, die der Reihe nach fast alle anderen bekannten Grundstoffe enthalten, ist dies nicht mehr statthaft.

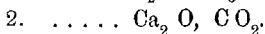
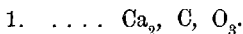
Die heutige Chemie der Kohlenstoffverbindungen steht zur sogenannten unorganischen Chemie in dem Verhältnisse, in welchem eine Chemie der Sauerstoffverbindungen zur Chemie aller nicht sauerstoffhaltigen Körper stehen würde.

Wenn die Betrachtung des Kohlenstoffes in einem chemischen Lehrbuche der Betrachtung des Zinkes vorausgeht, der Betrachtung des Sauer- und Wasserstoffes aber nachfolgt, so kann man nicht anstehen, die Kohlenwasserstoffe (Benzin, Naphtalin, Paraffin), sowie die Kohlenwasserstoff-Sauerstoffverbindungen (Zucker, Alkohol etc.) beim Kohlenstoff, sowie das Zinkäthyl, das Zinkamyl etc. beim Zink zu betrachten.

Man wird dies ebenso natürlich finden müssen, als das, dass man im vorliegenden Falle die Kohlensäure, das Kohlenoxyd und ölbildende Gas beim Kohlenstoff, Zinkoxyd und Zinkoxydhydrat, sowie kohlensaures Zinkoxyd aber beim Zink studiert.

---

Nachdem wir nun durch diese kurzen Betrachtungen die Wege angedeutet haben, auf welchen man die Unhaltbarkeit der elektrochemischen Theorie gezeigt, und somit die Unrichtigkeit der auf dieselbe basirten Formeln der chemischen Verbindungen dargethan haben, haben wir uns eines grossen Vortheiles, mindestens einer grossen Annehmlichkeit der elektrochemischen Formeln entledigt, und dieser war der, an der Formel, neben den Elementen und den Gewichtsmengen derselben, auch noch eine Menge anderer Eigenschaften der Verbindung erkannt zu haben. Betrachten wir die beiden Formeln der Kreide:



Die erste sagt, welche Endproducte die Analyse aus der Kreide abzuscheiden im Stande ist; die zweite sagt dasselbe und zugleich, dass die Kreide sich leicht in Kohlensäure und Kalk zerlegt, z. B. mit Essig übergossen und Entwicklung von Kohlensäure in essigsauren Kalk verwandelt wird u. s. w., u. s. w. Wenn sie uns also auch Nichts über die Lagerung der Atome sagen kann und soll, so zeigt sie uns doch eine Menge

stofflicher Metamorphosen der Kreide, und wir brauchen nur den früheren Begriff von dieser Formel fallen zu lassen, und werden in der chemischen Schriftsprache dieselbe doch aus Bequemlichkeitsgründen gern gebrauchen, weil sie uns Aufschlüsse giebt, nicht über das Wesen des Körpers der existirenden Materien, sondern über die Beziehungen des Körpers zu dem, was er war, und zu dem, was er werden kann. Dies aber bildet, wie Kekulé sehr richtig bemerkt, gerade den wesentlichsten Gegenstand der Chemie, der Lehre von den stofflichen Metamorphosen der Materie.

Mit der Annahme dieser Principien sind wir aber in der Aufstellung von Formeln freier geworden, und werden suchen, solche Formeln zu bilden, die ein möglichst vollständiges Bild von den stofflichen Metamorphosen der betreffenden Materie geben, wir werden leicht einsehen, dass die auf die elektrochemische Theorie basirten Berzelius'schen Formeln dies nicht thun, ja dass sogar eine einzige Formel nicht immer ausreichen wird, um alle Beziehungen eines Körpers auszudrücken; wir werden daher nicht anstehen, einem Körper mehr als eine Formel zu geben.

Es liegt nun in der Natur der Sache, dass alle Körper, die ähnliche Metamorphosen, ähnliche Spaltungen zeigen, auch ähnliche Formeln haben werden. Bei genauer Erwägung aller Thatsachen überzeugt man sich nun leicht, dass die meisten Beziehungen

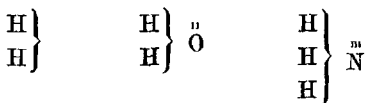
durch sehr einfache **Musterformeln** ausgedrückt werden können.

Denken wir uns die Namen nebst den wichtigsten hervorragenden **Metamorphosen** aller näher studierten chemischen Verbindungen auf einzelne Papierblätter geschrieben und versuchen wir nun diese in der Weise zu ordnen, dass alle jene Blätter, die mit dem Namen solcher Körper versehen sind, deren **Metamorphosen** unter einander Analogie zeigen, in ein und dieselbe Gruppe zusammengelegt werden. Wenn wir dann nach vollendeter Vertheilung aus den entstandenen mehreren Paketen irgend ein Blatt herausnehmen und dem darauf verzeichneten Körper eine seine **Metamorphosen** veranschaulichende Formel geben, so haben wir in dieser eine **Musterformel** für alle in jener Gruppe, der das betreffende Blatt entlehnt war, auf den Papierblättern verzeichneten Körper.

Der Chemiker befolgt ein ähnliches Verfahren und sucht möglichst einfache Körper aus, um sie als **Musterformeln** oder **Typen** gelten zu lassen.

Die gewöhnlich angenommenen **Musterformeln** sind die folgenden:

1. Wasserstoff. 2. Wasser. 3. Ammoniak.



Diese Verbindungen enthalten im gasförmigen Zustande in gleichem Volumen gleichviel Atome, es

stellen also obige Formeln die, gleichen Volumen entsprechenden Gewichtsmengen dar.

Angenommen  $\left. \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \right\} = 2$  Gewichtstheilen, entsprechen 2 Volumtheilen, so entsprechen  $\left. \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \right\} \text{N} = 17$  Gewichtstheilen auch 2 Volumtheile, d. h. wenn 2 Volumtheile (z. B. Maass) Wasserstoff 2 Gram wiegen, so wiegen 2 Volumtheile (z. B. Maass) Ammoniak 17 Grm. Ein  $\text{H} = 1$  Gewichtstheil  $= 1$  Grm. Wasserstoff repräsentirt also das Gewicht eines Volumtheiles Wasserstoff; das Ammoniakgas enthält also in den angenommenen 2 Volumtheilen Gas 3 Volumtheile Wasserstoff (und 1 Volumtheil Stickstoff), die also im Ammoniak mit dem Stickstoff condensirt erscheinen, was auch durch das Experiment bewiesen ist.

Die obigen Formeln können als Musterformeln angesehen werden für alle chemischen Verbindungen und es muss nur bemerkt werden, dass die Volumsverhältnisse zwingen, die Formeln manchmal zu vervielfachen, um stets durch die Formel das Gewicht eines bestimmten Volumens des Körpers in gasförmigem Zustande anzudeuten.

Alle Relationen und Beziehungen der Millionen chemischer Verbindungen können durch die Formel symbolisch, bildlich angedeutet werden, wenn man die Verbindungen nach diesen Musterformeln schreibt.

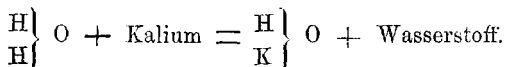
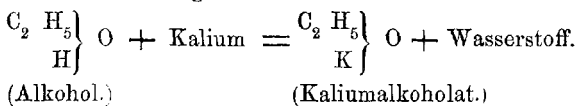
Ein einziges Beispiel mag dies erläutern:

Die meisten Metamorphosen des Alkohols (Weingeistes) zeigen eine Aehnlichkeit mit gewissen Meta-



morphosen, denen man das Wasser unterwerfen kann, können also veranschaulicht werden, wenn man dem Alkohol eine Formel giebt, die die des Wassers ist, ihn, wie man sagt, auf den Typus Wasser bezieht.

Wenn Kalium zu Alkohol gegeben wird, bildet sich Kaliumalkoholat und Wasserstoff, sowie sich Kalihydrat bildet und Wasserstoff, wenn Kalium und Wasser zusammengebracht werden:



Es ist leicht einzusehen, dass ein blosses Uebereinkommen die obigen Formeln als Musterformen oder Typen gelten lässt, dass man diesen Formeln durchaus keinen anderen Werth beilegen darf als den: versinnlichende Musterformeln, Bilder oder Situationspläne der chemischen Metamorphosen eines Körpers zu sein.

Man muss indess gestehen, dass dieses Uebereinkommen unverkennbare und grosse Nachtheile hat. Erstens werden diejenigen, die mit den Grundzügen der Theorie nicht vertraut sind, sondern eben aus Gewohnheit die völlige Ueberzeugung von der Richtigkeit der älteren Anschauungsweise angenommen haben auch aus den neuen Formeln die Lagerung der Atome entnehmen zu können glauben, diese Formeln also

missbrauchen. Zweitens aber beschränken alle solch rationelle Formeln die Speculation über die möglichen Metamorphosen des Körpers.

Der forschende Chemiker hat die Aufgabe, wie aus der gegebenen Definition der Chemie hervorgeht, die mannigfaltigsten Beziehungen der Körper zu studieren, die einmal gegebene Formel leitet ihn, nun neue Metamorphosen dieser Formel entsprechend zu suchen und zu entdecken, jedoch lässt sie den vielleicht bei weitem grösseren Theil der Metamorphosen, die sie eben nicht ausdrückt, ungeahnt. Der Forscher darf daher eine Formel nie anders als bloß als ein für einen gewissen begrenzten Cyclus von Reactionen geltendes Bild ansehen, und muss trachten, durch Betrachtung des Körpers nach allen Richtungen neue Gesichtspunkte zu gewinnen, um seine Metamorphosen erschöpfend kennen zu lernen.

Jede neue Gruppierung, der Nachweis neuer Analogien zwischen verschiedenen Körpern ist ein Fortschritt der Wissenschaft, aber ist dies nur dann, wenn sich experimentelle Untersuchungen daran knüpfen, dahin zielend, die neuen Beziehungen zu bewahrheiten oder die Unrichtigkeiten dieser durch Thatsachen zu beweisen.

Je mannigfacher die Reactionen eines Körpers sind, desto schwieriger wird es sein, alle seine Beziehungen in einer Formel auszudrücken, und es wird dann vielleicht bequem oder nothwendig sein, für einen solchen Körper mehrere solcher Reactionsformeln

zu gebrauchen. Es ist nicht zu zweifeln, dass man insbesondere durch genaue Beobachtung der physikalischen Verhältnisse dahin kommen wird, eigentliche Constitutionsformeln der Körper aufstellen zu können, d. h. Formeln, welche die innere Lagerung der Atome andeuten, aber daran ist, wie oben schon gesagt wurde, bisher nicht zu denken, und es werden nebenbei immer die Reactionsformeln als eigentliche chemische Formeln ihren Werth beibehalten. —

Indem ich meinen Vortrag schliesse, gebe ich mich der angenehmen Hoffnung hin, so weit es die mir eng zugemessene Zeit gestattete, vor Ihren Augen, hochverehrte Herren, ein Bild von dem Wesen der neuen, vorzugsweise von Gerhardt geschaffenen Theorie in der Chemie entfaltet zu haben. Ist mir dies gelungen und sehen Sie das Bild in einigermaßen hellen Farben, so habe ich meine Aufgabe und damit ein Wort gelöst, welches ich schon vor vielen Jahren dem ersten Stifter unserer Gesellschaft, Jos. Grailich, meinem Freunde, meinem Lehrer gab, dem ich versprach, diesen Gegenstand einmal hier zu besprechen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Alexander

Artikel/Article: [Die Schriftsprache der Chemiker. 267-293](#)