

Mischungsgewicht; atomistische Theorie.

In einer binären chemischen Verbindung, deren Zusammensetzung bekannt ist, kann das Gewicht des einen Bestandtheils durch jede beliebige Zahl ausgedrückt werden; ist diese Zahl aber einmal bestimmt, so ist damit auch die Zahl bestimmt, welche das Gewicht des andern Bestandtheils ausdrückt. Man kann z. B. in dem Wasser das Gewicht des Wasserstoffs (oder das Gewicht des Sauerstoffs) = 1 oder jeder andern beliebigen Zahl gleich setzen, und bestimmt dann, aus der bekannten Zusammensetzung des Wassers, das Gewicht des Sauerstoffs oder des Wasserstoffs durch die *Regel de Tri*. Das Wasser besteht aus 11.11 Th. Wasserstoff, und 88.89 Th. Sauerstoff; setzt man nun das Gewicht des Wasserstoffs = 1, so wird dadurch das Gewicht des Sauerstoffs zu 8 bestimmt, denn $11.11 : 88.89 = 1 : 8$; setzt man dagegen das Gewicht des Sauerstoffs = 1, so findet man das Gewicht des Wasserstoffs = 0.125; denn $11.11 : 88.89 = 0.125 : 1$. Setzt man in der Verbindung des Wasserstoffs mit dem Schwefel (im Schwefelwasserstoffgas) das Gewicht des Wasserstoffs wieder = 1, so findet man für das Gewicht des Schwefels die Zahl 16; denn das Schwefelwasserstoffgas besteht in 100 Th. aus 5.9 Wasserstoff und 94.1 Schwefel, aber $5.9 : 94.1 = 1 : 16$. Setzt man nun in der unterschwefligen Säure das Gewicht des Schwefels = 16, wie man es unter den angegebenen Bedingungen aus dem Schwefelwasserstoffgas bestimmt hat, so findet man für das Gewicht des Sauerstoffs wiederum die Zahl 8.

Wir wollen diese Resultate zusammenstellen :

- a) Wasserstoff : Sauerstoff = 1 : 8 (im Wasser)
- b) Wasserstoff : Schwefel = 1 : 16 (Schwefelwasserstoffgas)
- c) Schwefel : Sauerstoff = 16 : 8 (unterschweflige Säure).

Alle diese Zahlen beziehen sich auf die bestimmte Zahl 1, die wir für den Wasserstoff angenommen haben.

Setzen wir, statt der Verbindung des Wasserstoffs mit dem Schwefel, die des Wasserstoffs mit der Kohle im ölerzeugenden Gas, in welchem 85.5 Kohle mit 14.5 Wasserstoff verbunden sind, und statt der Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff, die der Kohle mit dem Sauerstoff im Kohlenoxydgas, in welchem 42.9 Kohle mit 57.1 Sauerstoff verbunden sind, und setzen wir immer das Gewicht des Wasserstoffs = 1, so erhalten wir

$$14.5 : 85.5 = 1 : 6$$

$$42.9 : 57.1 = 6 : 8, \text{ d. h.}$$

b') Wasserstoff : Kohle = 1 : 6 (im ölbildenden Gas)

c') Kohle : Sauerstoff = 6 : 8 (im Kohlenoxydgas)

Schon diese wenigen Thatsachen führen also zu dem höchst merkwürdigen Resultat, dass das Gewicht des Sauerstoffs immer gleich gross, nemlich = 8 gefunden wird, es mag nun aus dem Wasser, oder aus der unterschwefligen Säure, oder aus dem Kohlenoxydgas bestimmt werden, wenn nur eine jede der Verbindungen, aus welchen man dieses Gewicht bestimmt, sich auf das = 1 gesetzte Gewicht des Wasserstoffs unmittelbar oder mittelbar bezieht. In den angegebenen Fällen bezieht sich das aus einer Verbindung bestimmte Gewicht des Sauerstoffs auf das = 1 gesetzte Gewicht des Wasserstoffs *unmittelbar* bei dem Wasser; *mittelbar* bei der unterschwefligen Säure und dem Kohlenoxydgas; bei ersterer, insofern zuerst das Gewicht des Schwefels aus dem Schwefelwasserstoffgas bestimmt wurde, dessen Wasserstoff = 1 gesetzt worden war, und das so gefundene Gewicht des Schwefels in die unterschweflige Säure übergetragen wurde; bei letzterem, insofern auf dieselbe Weise mit dem Gewicht der Kohle verfahren wurde. Es ist klar, dass wenn man bei der Bestimmung des Gewichts des Schwefels oder der Kohle aus dem Schwefelwasserstoffgas oder ölbil-

denden Gas, irgend verschiedene, überhaupt beliebige Zahlen für das Gewicht des Wasserstoffs annehmen, und die so bestimmten Gewichte des Schwefels und der Kohle in die unterschweflige Säure und das Kohlenoxydgas substituiren würde, keine andere, als eine rein zufällige Beziehung zwischen den so bestimmten Gewichtszahlen des Sauerstoffs statt finden könnte.

Zu demselben Resultat gelangt man, wenn man *von irgend einer andern Verbindung* ausgeht. Setzt man z. B. im Chlorkalium die Menge des Chlors = 1, so wird dadurch die Menge des Kaliums bestimmt. Wird dann die für das Kalium gefundene Zahl in die Verbindung des Kaliums mit Sauerstoff substituirt, so erhält man die Gewichtszahl für den Sauerstoff, die sich mithin auf die = 1 gesetzte Gewichtszahl des Chlors bezieht. Man findet nun ebenso, dass wirklich in dem Chloroxydul das Chlor mit dem Sauerstoff in dem Verhältniss von 1 zu der auf die angegebene Weise für den Sauerstoff gefundenen Zahl verbunden ist. Setzt man ferner in der Salzsäure das Gewicht des Chlors wieder = 1, und bestimmt hieraus das Gewicht des Wasserstoffs, so findet man gleichfalls, dass die so für den Sauerstoff und Wasserstoff gefundenen Zahlen *in demselben Verhältniss* zu einander stehen, wie die Mengen des Sauerstoffs und Wasserstoffs in dem Wasser.

Aus den erwähnten Verhältnissen nun, die ganz allgemein sind und nicht blos für die wenigen aufgeführten Fälle passen, entwickelt sich der Begriff des *Mischungsgewichtes*. Jeder Körper nemlich geht mit einem ihm eigenthümlichen Gewicht in alle Verbindungen ein, wenn diese sämmtlich in Zahlen dargestellt werden, die sich auf ein, einer bestimmten aber willkürlich anzunehmenden Zahl gleich gesetztes Gewicht eines Körpers beziehen; dieses eigenthümliche Gewicht nennt man das *Mischungsgewicht* des Körpers. In dem Wasser setzten wir den Wasserstoff = 1, und fanden den Sauerstoff hieraus = 8, den

Schwefel = 16, die Kohle = 6, indem wir in dem Schwefelwasserstoffgas und dem ölbildenden Gas den Wasserstoff wieder = 1 setzten: 8 Sauerstoff verbinden sich aber mit

16 } Schwefel
6 } Kohle , und wir hätten sogar nicht einmal nöthig ge-

habt, die unterschweflige Säure und das Kohlenoxydgas zu analysiren, um zu finden, in welchem Verhältniss der Sauerstoff mit dem Schwefel und der Kohle in diesen Zusammensetzungen verbunden ist, wenn wir im voraus bestimmt wissen könnten, dass in der unterschwefligen Säure und dem Kohlenoxydgas ein einziges (nicht mehrere oder wenigere) Mischungsgewicht von Schwefel oder Kohle mit 1 M. G. Sauerstoff verbunden sey. Ebenso braucht man z. B. blos das Verhältniss des Kaliums zum Sauerstoff im Kali zu bestimmen, um zu finden, in welchem Verhältniss das Kalium mit Schwefel sich verbindet. 8 Sauerstoff (das Mischungsgewicht des Sauerstoffs) bilden mit 39.2 Kalium Kali, und ebenso bilden 16 Schwefel (das Mischungsgewicht des Schwefels) mit diesen 39.2 Kalium, einfach Schwefelkalium.

Da nun aber die Elemente in der Regel sich nicht blos in einem einzigen, sondern in mehreren Verhältnissen, jedoch, wie wir gesehen haben, nach bestimmten, sehr einfachen Gesetzen, mit einander verbinden, so wird nur eine einzige von den mehrfachen Verbindungen, welche ein Element mit einem andern bildet, aus je einem Mischungsgewicht beider Elemente zusammengesetzt seyn können, die übrigen werden 2, 3 oder mehr Mischungsgewichte des einen Elements auf 1 Mischungsgewicht des andern Elements enthalten. Es wird auch bisweilen der Fall eintreten können, dass 1 Mischungsgewicht eines Elements sich gar nicht mit einem Mischungsgewicht eines andern verbindet, sondern dass sich ein Mischungsgewicht des einen Elements mit 2 oder 3 u. s. f. Mischungsgewichten des andern Elements, oder dass 2, 3 u. s. f. Mischungsgewichte des ersten Elements sich

mit einem Mischungsgewicht des andern Elements verbinden. Belege hiefür liefert die Verbindung des Schwefels mit Kohlenstoff, des Stickstoffs mit Kohlenstoff und mit Chlor u. s. f.

Es wird jetzt vor Allem darauf ankommen, zu bestimmen, *in welcher Verbindung gleiche Mischungsgewichte beider Elemente oder überhaupt eine gewisse bestimmte Anzahl von Mischungsgewichten des einen Elements mit einer gewissen bestimmten Anzahl von Mischungsgewichten des andern Elements verbunden ist*; ist dieses einmal bestimmt, so ergibt sich dann von selbst, wie viele Mischungsgewichte des einen Elements mit einem oder mehreren Mischungsgewichten des andern Elements in den übrigen Verbindungen beider Elemente vereinigt vorkommen. Ebenso, wenn man das Mischungsgewicht eines Elements aus einer Verbindung, und das Mischungsgewicht eines andern Elements aus einer andern bestimmt hat, so ist damit zugleich auch bestimmt, wie viele Mischungsgewichte von jedem der beiden Elemente in der Verbindung, die sie selbst mit einander bilden, vereinigt sind, sobald die Zusammensetzung dieser Verbindung bekannt ist. Wenn z. B. das Mischungsgewicht des Wasserstoffs aus dem Wasser, und das des Stickstoffs aus dem oxydirten Stickgas bestimmt ist, so ergibt sich von selbst, wie viele Mischungsgewichte Wasserstoff und Stickstoff in dem Ammoniak mit einander vereinigt angenommen werden müssen. Das Resultat der Analyse des Ammoniaks zwingt uns dann zu einer ganz bestimmten Annahme hinsichtlich der *relativen* Anzahl von Mischungsgewichten Wasserstoff und Stickstoff, und nur insofern bleibt uns auch jetzt noch ein gewisser Spielraum, als wir entweder annehmen können, dass p Mischungsgewichte Wasserstoff mit q Mischungsgewichten Stickstoff, oder aber $n \times p$ M. G. Wasserstoff mit $n \times q$ M. G. Stickstoff verbunden seyen. Wenn für diesen Fall $p=3$, $q=1$, d. h. 3 M. G. Wasserstoff mit 1 M. G. Stickstoff verbunden sind, so ist z. B. auch die Annahme

gestattet, dass $2 \times 3 = 6$ M. G. ^{Stickstoff}Wasserstoff mit $2 \times 1 = 2$ M. G. Wasserstoff verbunden seyen.

Diese Bestimmung der Anzahl von Mischungsgewichten in einer Verbindung ist, wir dürfen uns dieses nicht verhehlen, an sich ziemlich willkürlich, und findet nach individuellen theoretischen Ansichten der Chemiker statt. Einige glauben derjenigen Bestimmungsweise den Vorzug einräumen zu müssen, die sich durch ihre Einfachheit vor andern auszeichnet, wobei aber bisweilen auch darüber ein Streit entstehen kann, welche Bestimmung die einfachere sey; während Andere sich vielmehr durch gewisse theoretische Ansichten und Analogieen bei dieser Bestimmung leiten lassen zu müssen glauben.

Wenn zwei Elemente, die in ihren Eigenschaften einander sehr entgegengesetzt sind, eine oder mehrere Verbindungen mit einander eingehen, so wird die Voraussetzung im Allgemeinen die einfachste seyn, dass in der *innigsten* Verbindung, die sie mit einander bilden, eine *gleiche* Anzahl von M. G. beider, und zwar 1 M. G. des einen mit 1 M. G. des andern vereinigt sey. Man wird also namentlich annehmen können, dass im Wasser ein Mischungsgewicht Wasserstoff mit einem Mischungsgewicht Sauerstoff verbunden sey, und dass in dem so äusserst leicht zersetzbaren Wasserstoffsperoxyd mehr als 1 M. G. Sauerstoff mit 1 M. G. Wasserstoff verbunden sey.

Ebenso wird man in der Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) 1 M. G. Wasserstoff mit 1 M. G. Chlor verbunden annehmen dürfen, weil die Chlorwasserstoffsäure die einzige, und zwar eine sehr innige Verbindung des Chlors mit dem Wasserstoff darstellt. Man wird dann, nach der Analogie, auch in den übrigen Wasserstoffsäuren eine gleiche Anzahl Mischungsgewichte des Radicals und des Wasserstoffs voraussetzen. So wären also schon die Mischungsgewichte des

Wasserstoffs, Sauerstoffs, Chlors, Broms, Jods, Fluors, Schwefels, Selens bestimmt.

Wenn ein Körper *a* mit verschiedenen Mengen eines andern Körpers *b* sich verbindet, so wird die einfachste Voraussetzung im Allgemeinen die seyn, dass in derjenigen Verbindung, welche die geringste Menge von *b* enthält, 1 Mischungsgewicht von *a* mit 1 M. G. von *b* verbunden sey, und dass in den übrigen wiederum 1 M. G. von *a* mit $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, 4, 5 u. s. f. M. G. von *b* verbunden sey. — Die Kohle, der Stickstoff, bilden mit Sauerstoff verschiedene Verbindungen. Die innigste Verbindung von Sauerstoff und Kohle stellt das Kohlenoxydgas dar; man wird daher annehmen können, dass in ihr gleiche Mischungsgewichte beider Elemente verbunden seyen und dass mithin die Kohlensäure 1 M. G. Kohle und 2 M. G. Sauerstoff enthalte. Ebenso wird man in dem Stickoxydulgas, welches unter den Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs die geringste Menge Sauerstoff enthält, eine gleiche Anzahl M. G. Stickstoff und Sauerstoff annehmen dürfen, sofern in dieser Voraussetzung die übrigen Verbindungen eine sehr einfache fortlaufende Reihe bilden, indem dann 1 M. G. Stickstoff im Stickstoffoxyd mit 2, in der untersalpetrigen Säure mit 3, in der salpetrigen Säure mit 4, in der Salpetersäure mit 5 M. G. Sauerstoff verbunden ist. Bei dieser Bestimmungsweise wird dann allerdings die Rücksicht auf die grössere Innigkeit der Verbindung hintangesetzt, denn man hat Ursache, das Stickoxydgas für eine innigere Verbindung anzusehen, als das Stickoxydulgas, insofern bei den meisten Zersetzungen der Salpetersäure, Stickoxydgas zum Vorschein kommt, und dieses Gas durch eine brennende Kerze z. B. nicht zersetzt wird, während diese in Stickoxydulgas fast so lebhaft, wie in reinem Sauerstoffgas brennt.

Da das Bor und das Silicium mit Sauerstoff eine einzige Verbindung bilden, so würde die Voraussetzung, dass

in der Borsäure und Kieselsäure gleiche Mischungsgewichte Radical und Sauerstoff verbunden seyen, in dieser Hinsicht wenigstens die einfachste seyn, und damit wäre also das Mischungsgewicht des Bors und Siliciums bestimmt.

Der Phosphor bildet mit Sauerstoff Säuren, deren Sauerstoffmengen in einem etwas complicirten Verhältniss zu einander stehen. Die einfachste Annahme ist, dass in der phosphorigen Säure 1 M. G. Phosphor mit $1\frac{1}{2}$, in der Phosphorsäure aber mit $2\frac{1}{2}$ M. G. Sauerstoff verbunden sey. — Würde angenommen, dass in der phosphorigen Säure 1 M. G. Phosphor mit 1 M. G. Sauerstoff verbunden sey, so enthielte die Phosphorsäure $1\frac{2}{3}$ M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Phosphor. Dasselbe gilt für das Arsenik.

Auf diese Weise wären also die Mischungsgewichte aller nicht metallischen Elemente bestimmt, und damit zugleich auch die relative Anzahl der Mischungsgewichte in allen Verbindungen derselben unter einander einmal für immer fixirt.

Jetzt muss angenommen werden, dass z. B. im Ammoniak 3 M. G. Wasserstoff mit 1 M. G. Stickstoff, oder ein Vielfaches von 3 M. G. Wasserstoff mit einem Gleichvielfachen von 1 M. G. Stickstoff; in der Schwefelsäure 3 M. G. Sauerstoff mit 1 M. G. Schwefel; in der Chlorsäure 1 M. G. Chlor mit 5 M. G. Sauerstoff; in dem Schwefelkohlenstoff 1 M. G. Kohle mit 2 M. G. Schwefel; in dem Cyan 2 M. Kohle mit 1 M. G. Stickstoff; oder vielfache M. G. des einen Körpers mit gleichvielfachen M. G. des andern verbunden seyen u. s. f.

Was die Bestimmung der Mischungsgewichte der Metalle, welche mit Sauerstoff vorzugsweise Salzbasen bilden, betrifft, so ist die Annahme die einfachste, dass die stärkste Salzbasis 1 M. G. Metall auf 1 M. G. Sauerstoff enthalte. Hiernach bestehen die Alkalien und Erden, so wie alle eigentlichen Metalloxyde, die Salzbasen sind, und zwar die stärksten Salzbasen, wenn es deren mehrere gibt, also Zinkoxyd,

Bleioxyd, Quecksilberoxyd, Eisenoxydul, (nicht Quecksilberoxydul und Eisenoxyd) u. s. f. aus 1 M. G. Metall und 1 M. G. Sauerstoff, und die Mischungsgewichte dieser Metalle sind damit bestimmt. Die Mischungsgewichte derjenigen Metalle, welche mit Sauerstoff, neben Salzbasen, auch verschiedene Säuren bilden, könnten auch auf die Weise bestimmt werden, dass man in der Salzbasis gleiche Mischungsgewichte Metall und Sauerstoff annehmen würde; da jedoch diese Salzbasen in der Regel schwach sind, so lässt man sich häufiger durch die Analogie der Metall-Säure mit andern Säuren leiten. — So z. B. könnte man in dem Chromoxydul gleiche Mischungsgewichte Metall und Sauerstoff annehmen, dann würde die Chromsäure aus 1 M. G. Chrom und 2 M. G. Sauerstoff bestehen; man nimmt aber in der Chromsäure gewöhnlich, wie in der Schwefelsäure, 3 Mischungsgewichte Sauerstoff auf 1 M. G. Metall an, folglich in dem Chromoxydul $1\frac{1}{2}$ M. G. Sauerstoff. — Es ist nicht zu läugnen, dass hier, so wie in einigen andern Fällen, der Willkühr ein ziemlich freier Spielraum gegeben ist, insofern man auf verschiedene andere Umstände, die wir später betrachten werden, bei der Bestimmung der Anzahl der Mischungsgewichte in einer Verbindung Rücksicht nehmen will oder nicht.

Hat man einmal die Mischungsgewichte der Elemente, und damit auch die relative Anzahl dieser Mischungsgewichte in jeder binären Verbindung bestimmt, so folgt das Uebrige von selbst. Um nemlich die Mischungsgewichte der binären Verbindungen erster Ordnung zu finden, addirt man die Mischungsgewichte der Elemente, die entweder einfach oder mehrfach in einer solchen Verbindung vorkommen können. Das Mischungsgewicht des Wassers z. B. ist = 1 M. G. Sauerstoff + 1 M. G. Wasserstoff = $8 + 1 = 9$; das M. G. des salzsauren Gases = 1 M. G. Chlor + 1 M. G. Wasserstoff = $35.4 + 1 = 36.4$, das M. G. des Schwefelwasserstoffs = 1 M. G. Schwefel + 1 M. G. Wasserstoff = $16 + 1$

$= 17$, das der unterschwefligen Säure $= 1$ M. G. Schwefel
 $+ 1$ M. G. Sauerstoff $= 16 + 8 = 24$, das der Schwefelsäure
 $= 1$ M. G. Schwefel $+ 3$ M. G. Sauerstoff $= 16 + 3 \times 8 =$
 40 , das der Salpetersäure $= 1$ M. G. Stickstoff $+ 5$ M. G.
Sauerstoff $= 14 + 5 \times 8 = 54$, das des gelben Bleioxyds $=$
 1 M. G. Blei $+ 1$ M. G. Sauerstoff $= 104 + 8 = 112$, das des
Kalis
Kaliumsuperoxyds $\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{Kalis} \\ \text{Kaliumsuperoxyds} \end{matrix}} \right\} = 1$ M. G. Kalium $+ \frac{1}{3}$ } M. G. Sauerstoff
 $= 39.2 + 8$
 $+ 3 \times 8$ } $= \frac{47.2}{63.2}$ } u. s. f. Es verbinden sich auch
wirklich genau 40 Theile Schwefelsäure und 54 Theile Sal-
petersäure mit 47.2 Th. Kali und 112 Th. Bleioxyd zu
neutralem schwefelsaurem oder salpetersaurem Kali oder
Bleioxyd.

Eben so erhält man, wenn man ein Mischungsgewicht
einer Säure zu dem Mischungsgewicht einer Basis addirt,
das Mischungsgewicht des aus der Verbindung beider ent-
stehenden Salzes, und überhaupt erhält man das Mischungsgewicht zusammengesetzter Körper durch Addiren der Mi-
schungsgewichte ihrer Bestandtheile. Z. B. 1 M. G. Schwe-
felsäure $= 40$ gibt mit 1 M. G. Kali $= 47.2$, ein M. G. schwe-
felsaures Kali $= 40 + 47.2 = 87.2$; 1 M. G. schwefelsau-
res Kali $= 87.2$ gibt mit 3 M. G. schwefelsaurer Alaunerde
 $= 3 \times 57 = 171$, 1 M. G. wasserfreien Alaun $= 258.2$, und
mit noch weiteren 24 M. G. Wasser $= 216$, 1 M. G. kry-
stallisirten Alaun $= 474.2$. Das M. G. des krystallisirten
Alauns ist also 474.2 mal grösser als das des Wasser-
stoffs. Dass überhaupt das Mischungsgewicht eines zusam-
mengesetzten Körpers grösser seyn müsse, als das Mischungsgewicht eines jeden seiner Bestandtheile, versteht sich von selbst.

Wir haben oben (S. 74.) gesehen, dass häufig eine Säure mit einer Basis in verschiedenen Verhältnissen sich verbinden und verschiedene Salze bilden kann, dass man im Allgemeinen diejenige Verbindung, in welcher die Eigenschaf-

ten der Säure und Basis am vollständigsten vernichtet erscheinen, eine *neutrale*, ein *neutrales Salz* nennt, woraus dann folgte, dass alle die Verbindungen, welche mehr Säure im Verhältniss zur Basis enthalten, als das neutrale Salz, *saure*, so wie umgekehrt alle diejenigen, welche mehr Basis im Verhältniss zur Säure enthalten, *basische Salze* genannt werden müssen. Diese Benennungsweise ist theils desswegen unbequem, weil es oft *mehrere saure* und *mehrere basische Verbindungen* gibt, theils desswegen, weil es oft sehr schwer ist, zu bestimmen, *welche Verbindung* als die neutrale zu betrachten sey. — Das Mischungsgewicht gibt nun eine weit bestimmtere Bezeichnungsart dieser auf einer verschiedenen Sättigungsstufe stehenden Verbindungen von Säuren und Basen nicht blos, sondern überhaupt von Körpern, die sich in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbinden, an die Hand. Eine Verbindung von 1 M. G. von a mit 1 M. G. von b wird *einfach ab*; von 2 M. G. von a mit 1 M. G. von b *doppelt ab*, u. s. f.; von 1 M. G. von a mit 6 M. G. von b, oder, was dasselbe ist, von $\frac{1}{6}$ M. G. von a mit 1 M. G. von b *sechstel ab*; von 1 M. G. von a mit 3 M. G. von b (oder von $\frac{1}{3}$ M. G. von a mit 1 M. G. von b) *drittel ab*; von 1 M. G. von a mit 2 M. G. von b (oder von $\frac{1}{2}$ M. G. von a mit 1 M. G. von b) *halb ab* genannt werden. — So wird man also eine Verbindung von 1 M. G. Schwefelsäure mit 1 M. G. Kali, *einfach-schwefelsaures Kali*, eine Verbindung von 2 M. G. Schwefelsäure mit 1 M. G. Kali *doppelt-schwefelsaures Kali* nennen. Eine Verbindung von 1 M. G. Salpetersäure mit 1, 2, 3, 6 M. G. Bleioxyd wird beziehungsweise: *einfach, halb, drittel, sechstel salpetersaures Bleioxyd* genannt werden. Ebenso wird man z. B. eine Verbindung von $1\frac{1}{2}$ M. G. Chlor mit 1 M. G. Phosphor; *Anderthalb Chlorphosphor*, eine Verbindung von $2\frac{1}{2}$ M. G. Chlor mit 1 M. G. Phosphor: *Drittehalb Chlorphosphor* nennen. — Durch diese Benennungsweise wird daher die Zusammensetzung der verschiedenen Verbindungen ganz genau ausgedrückt.

Die Erfahrung lehrt, dass die einfachsauren Salze auch diejenigen sind, in welchen die Eigenschaften der Säure und Basis am vollständigsten neutralisirt sind; die Benennung: *einfachsaures Salz* ersetzt daher die Benennung: *neutrales Salz*, und die *doppelt und mehrfach sauren Salze* entsprechen den *sauren*, die *halb, drittel* u. s. f. *sauren* den *basischen* Salzen.

Weil die einfachsauren Salze in der Regel neutral sind, so schliesst man umgekehrt aus der Neutralität eines Salzes, dass es ein einfach saures sey, d. h. dass in demselben 1 M. G. Basis mit 1 M. G. Säure verbunden sey, und hiedurch lässt man sich in gewissen Fällen bei der Bestimmung der Anzahl von Mischungsgewichten in einer Verbindung leiten. Der Borax z. B. stellt die innigste Verbindung von Borsäure und Natron dar und man hat allen Grund, dieses Salz für ein einfach saures zu halten, ungeachtet dasselbe etwas alkalisch reagirt, Der Borax ist so zusammengesetzt, dass die Borsäure 6 mal so viel Sauerstoff enthält als das Natron. Würde man wirklich (wie wir es oben gethan haben, und was allerdings, insofern man blos die Verbindung des Bors mit Sauerstoff im Auge hat, die einfachste Voraussetzung seyn würde) annehmen, dass in der Borsäure 1 M. G. Bor mit 1 M. G. Sauerstoff verbunden sey, so würde das M. G. des Bors = $3\frac{1}{3}$, das der Borsäure = $11\frac{1}{3}$ seyn, da die Borsäure aus 29.4 Bor und 70.6 Sauerstoff besteht. Im Borax sind aber 93.9 Th. Natron (= 1 M. G. Natron) mit 68 Th. Borsäure (= $6 \times 11\frac{1}{3}$) d. h. 1 M. G. Natron mit 6 M. G. Borsäure verbunden, und der Borax würde daher ein saures Salz und zwar *sechsfach borsaures Natron* seyn. Nimmt man dagegen an, dass in der Borsäure 1 M. G. Bor nicht mit Einem, sondern mit 6 M. G. Sauerstoff verbunden ist, so wird das M. G. des Bors = 20, denn $29.4 : 70.6$ M. G. des Bors } 6×8 , das M. G. der
20 }

Borsäure aber = 68, und der Borax ist dann einfach borsaures Natron. Dieser letztern Annahme werden wir den Vor-

zug geben, weil die Voraussetzung, dass ein, sogar alkalisch reagirendes, Salz 6 M. G. Säure auf 1 M. G. Basis enthalte, die Analogie durchaus gegen sich haben würde.

Bei der der Borsäure in so vielen Beziehungen analogen Kieselsäure haben wir jedenfalls nicht die gleiche Veranlassung, wie bei der Borsäure, mehr als 1 M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Radical anzunehmen. Von den Salzen, welche die Kieselsäure mit Alkalien bildet, kann man nie mit einiger Sicherheit behaupten, ob sie basisch, neutral oder sauer seyen; die Annahme ist daher wohl gestattet, dass die Kieselsäure 1 M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Silicium enthalte, und man wird dann diejenigen kieselsauren Salze, in welchen der Sauerstoff der Kieselsäure dem der Basis gleich, oder das Doppelte, oder 3fache ist, beziehungsweise einfach, doppelt, dreifach u. s. f. kieselsaure Salze nennen können, weil in ihnen auch 1, 2, 3 M. G. Säure mit 1 M. G. Basis verbunden sind. Würde man dagegen, nach Analogie mit der Schwefelsäure, 3 M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Radical in der Kieselsäure annehmen, so würden die dreifach kieselsauren Salze zu einfach kieselsauren Salzen. —

Da die Voraussetzung, dass in entschieden neutralen Salzen 1 M. G. Säure mit 1 M. G. Basis, und in den stärksten Salzbasen 1 M. G. Radical mit 1 M. G. Sauerstoff verbunden sey, jedenfalls die einfachste und natürlichste ist, so ist damit die Willkühr in der Bestimmung der Anzahl der Mischungsgewichte des Sauerstoffs in einer Säure, die mit einer Basis ein solches neutrales Salz bildet, gänzlich beseitigt. Das salpetersaure Kali z. B. müssen wir als ein neutrales Salz betrachten, in welchem mithin 1 M. G. Säure mit 1 M. G. Basis verbunden ist, welche Basis, als eine sehr starke, 1 M. G. Sauerstoff enthält. Da nun die Salpetersäure 5mal so viel Sauerstoff enthält als das Kali, welches sie sättigt, so muss 1 M. G. Salpetersäure 5 M. G. Sauerstoff enthalten. Ob diese 5 M. G. Sauerstoff nun aber mit einem oder mehreren M. G.

Stickstoff verbunden seyen, bleibt noch unentschieden; die einfachste Voraussetzung ist allerdings, wie schon bemerkt worden, die, dass sie mit 1 M. G. Stickstoff verbunden seyen. Unter den gleichen Voraussetzungen *müssen* wir in 1 M. G. Schwefelsäure 3 M. G. Sauerstoff annehmen, insofern in den neutralen schwefelsauren Salzen der Sauerstoff der Säure das 3fache ist von dem der Basis; wir müssen in der Chromsäure 3 M. G. Sauerstoff annehmen, insofern in demjenigen chromsauren Kali, welches man als die neutrale Verbindung (d. h. die aus 1 M. G. Säure und 1 M. G. Basis bestehende) zu betrachten alle Ursache hat, der Sauerstoff der Säure das 3fache ist von dem der Basis.

Aus dem bisher Gesagten erhellt, dass die Grösse der Zahl, welche das Mischungsgewicht eines Körpers ausdrückt, verschieden seyn kann, je nachdem man bei der Bestimmung derselben diese oder jene Voraussetzung zu Grunde legt, dass aber diese Grösse nur *auf eine sehr einfache Weise variirend* gefunden wird, entweder als die Hälfte oder als das Doppelte oder 3fache u. s. f. von der Zahl, welche das nach einer bestimmten Voraussetzung berechnete Mischungsgewicht ausdrückt. Wenn wir z. B. im Wasser 2 M. G. Wasserstoff auf 1 M. G. Sauerstoff annehmen (zu welcher Annahme die Thatsache Veranlassung geben kann, dass 2 Maasse Wasserstoffgas mit 1 Maass Sauerstoffgas Wasser bilden), so finden wir, das M. G. des Wasserstoffs = 1 gesetzt, das M. G. des Sauerstoffs = 16 statt 8; ebenso, wenn wir in dem Stickoxydulgas 2 M. G. Stickgas auf 1 M. G. Sauerstoffgas annehmen (weil 2 Maasse Stickgas darinn mit 1 Maass Sauerstoffgas verbunden sind) so finden wir das M. G. des Stickstoffs = 7 statt 14; wenn wir in der Borsäure 1 M. G. Bor mit 1 M. G. Sauerstoff verbunden annehmen, so finden wir ihr M. G. = $11\frac{1}{3}$, dagegen = 68 d. h. = $6 \times 11\frac{1}{3}$, wenn diese Säure 6 M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Bor enthält u. s. f.

Wir können demnach dem merkwürdigen Naturgesetz,

welches man kurz mit dem Wort „Mischungsgewicht“ bezeichnet, folgenden allgemeinen Ausdruck geben: *Wenn eine gewisse Menge eines Körpers a, z. B. p Gewichtstheile, sich mit einer gewissen Menge eines Körpers b, z. B. q Gewichtstheilen verbindet, und wenn q Gewichtstheile von b sich mit r Gewichtstheilen des Körpers c verbinden, so verbinden sich auch, wenn überhaupt eine Verbindung von a und c möglich ist, p Gewichtstheile von a entweder mit r, oder mit $\frac{1}{6}r$, $\frac{1}{4}r$, $\frac{1}{3}r$, $\frac{1}{2}r$, $1\frac{1}{3}r$, $1\frac{1}{2}r$, $2r$, $2\frac{1}{2}r$, $3r$, $4r$ u. s. f. Gewichtstheilen von c.*

Dieses Naturgesetz ist erst in neueren Zeiten vollständig entdeckt und in seiner ganzen Allgemeinheit erkannt worden. Zu dieser Entdeckung bedurfte es weiter nichts, als einer genauen Kenntniss von der Zusammensetzung aller Verbindungen der Elemente; so lange man die Zusammensetzung der Alkalien und der Erden nicht erkannt, so lange man eine ganz irrige Vorstellung von der quantitativen Zusammensetzung so vieler Verbindungen hatte, war es nicht möglich, eine solche Art von Gesetzmässigkeit zu erkennen, wie sie das Mischungsgewicht ausspricht.

Ein Theil der Thatsachen jedoch, welche den Begriff des Mischungsgewichtes begründen, wurde schon mehrere Jahre früher entdeckt. Man hatte gefunden, dass wenn zwei neutrale Salze einander gegenseitig zersetzen, der Zustand der Neutralität nicht gestört wird. Wenzel erklärte dieses ganz richtig daraus, dass die relativen Mengen der Salzbasen, die eine gegebene Menge einer und derselben Säure sättigen, für alle Säuren dieselben sind, wie er durch genaue Analysen mehrerer neutraler Salze gefunden hatte. Wenn also z. B. neutraler salpetersaurer Kalk und neutrales schwefelsaures Kali einander zersetzen, so müssen die aus der Zersetzung hervorgehenden Salze, d. h. der schwefelsaure Kalk und das salpetersaure Kali, ebenfalls neutral seyn, weil die Menge von Kali, welche ein gegebenes Ge-

wicht von Salpetersäure sättigt, zu der Menge von Kalk, welche dieselbe Menge von Salpetersäure sättigt, sich verhält wie die Menge von Kali, die eine gegebene Menge von Schwefelsäure sättigt, zu der Menge von Kalk, welche dieselbe Menge von Schwefelsäure sättigt.—

Folgende Betrachtung wird dieses, wenn es nöthig seyn sollte, noch deutlicher machen. Wenn zu im Wasser gelöstem neutralem salpetersaurem Kalk so viel im Wasser gelöstes neutrales schwefelsaures Kali gefügt wird, dass das Kali desselben mit der Salpetersäure des Kalksalzes ein neutrales Salz bildet, so wird auch die Schwefelsäure dieses schwefelsauren Kalis mit dem Kalk jenes salpetersauren Kalks ein neutrales Salz bilden. Die Mengen des Kalks und des Kalis nemlich, welche die Salpetersäure sättigen, stehen zu einander in einem bestimmten Verhältniss $p : q$; in demselben bestimmten Verhältniss stehen aber die Mengen von Kalk und Kali, welche eine und dieselbe Menge von Schwefelsäure sättigen; nun sättigten aber, nach der Voraussetzung, q Kali die Schwefelsäure des neutralen schwefelsauren Kalis, mithin sättigen auch p Kalk dieselbe Menge von Schwefelsäure. — Würde mehr schwefelsaures Kali zu dem salpetersauren Kalk gefügt, als erfordert wird, um mit der Salpetersäure des Kalksalzes neutrales salpetersaures Kali zu erzeugen, so würde dieser Ueberschuss des schwefelsauren Kalis unzersetzt bleiben. —

Es bedurfte also blos eines Lacomuspapiers, um zu finden, dass die relativen Verhältnisse der Salzbasen, welche eine gegebene Menge einer und derselben Säure sättigen, für alle Säuren dieselben sind, denn nur unter dieser Voraussetzung kann der Zustand der Neutralität durch die erfolgende gegenseitige Zersetzung zweier neutraler Salze nicht gestört werden, der, wie der Versuch mit dem Lacomuspapier zeigt, wirklich nicht gestört wird. Man nannte dieses Gesetz das *Neutralitätsgesetz*.

Nehmen wir an, man habe die Gewichte von mehreren Basen, P, Q, R bestimmt, welche eine gegebene Menge irgend einer Säure A sättigen, und diese Gewichte verhalten sich wie die Zahlen p, q, r ; nehmen wir ferner an, das
Gewicht

Gewicht p der Basis P sättige ein gewisses Gewicht einer andern Säure A' , so werden nach dem angeführten Gesetz auch die Gewichte q, r der Basen Q, R dasselbe Gewicht der Säure A' sättigen. In die neutrale Verbindung des Gewichts p der Basis P mit der Säure A' kann man daher die Gewichte q, r der Basen Q, R substituiren, und es werden wiederum neutrale Verbindungen entstehen. Man nennt daher die Gewichte q, r der Basen Q, R *chemische Aequivalente* für die Zahl p der Basis P . 40 Gewichtstheile Schwefelsäure z. B. bilden mit 47.2 Gewichtstheilen Kali, mit 76.6 Gew. Th. Baryt, mit 112 Gew. Th. Bleioxyd neutrale Verbindungen, und eben so bilden 54 Gewichtstheile Salpetersäure mit denselben Mengen der genannten Basen neutrale salpetersaure Salze. In die neutrale Verbindung der 47.2 Gew. Th. Kali mit den 54 Gew. Th. Salpetersäure kann man daher, statt der 47.2 Gew. Th. Kali, 76.6 Gew. Th. Baryt oder 112 Gew. Th. Bleioxyd substituiren, und es entstehen wiederum neutrale Verbindungen. Die Gewichte 76.6, 112, der Basen Baryt und Bleioxyd werden daher die chemischen Aequivalente des Gewichts 47.2 der Basis Kali genannt.

Chemisches Aequivalent und Mischungsgewicht sind mithin gleichbedeutende Begriffe; die Benennung: chemisches Aequivalent gebraucht man häufiger für die Verbindungen der Säuren mit Basen, doch dehnt man sie oft auch auf die Verbindungen anderer Körper aus, und sagt z. B.: wenn das chemische Aequivalent des Wasserstoffs = 1 gesetzt wird, so ist das chemische Aequivalent des Sauerstoffs = 8, das des Schwefels = 16 u. s. f. — Das Neutralitätsgesetz folgt unmittelbar aus dem Begriff vom Mischungsgewicht: denn jedes neutrale Salz besteht aus 1 M. G. Säure und 1 M. G. Basis, es müssen also aus der Zersetzung zweier neutraler Salze wiederum Verbindungen von 1 M. G. Säure mit 1 M. G. Basis, d. h. neutrale Salze hervorgehen.

Das zweite Naturgesetz, welches sich, wie das Mi-

schungsgewicht, auf die quantitative Zusammensetzung der Verbindungen bezieht, ist das schon oben betrachtete Gesetz, welches aussagt, dass wenn ein Körper mit verschiedenen Mengen eines andern Körpers sich verbindet, diese Mengen in einem sehr einfachen Zahlenverhältniss zu einander stehen. Man nennt dieses Gesetz, das *Gesetz der multiplen Proportionen*.

Wir können es allgemein so ausdrücken: Wenn a mit verschiedenen Mengen von b sich verbindet, so gibt die geringste Menge von b, welche a aufnimmt, mit 1, $1\frac{1}{3}$, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3, 4, 5 oder andern ganzen Zahlen multiplicirt, die Menge von b, welche a in den übrigen Verbindungen aufnehmen kann.

Es fragt sich nun, *in welchem Verhältniss* stehen diese beiden Naturgesetze zu einander?

Das Gesetz der multiplen Proportionen könnte bestehen, ohne dass das Gesetz des Mischungsgewichtes bestünde. Es wäre sehr wohl möglich, dass jeder Körper mit jedem andern nicht nur eine bestimmte Verbindung eingiege, sondern dass auch, wenn bestimmte Verbindungen in mehreren Verhältnissen statt finden, diese nach dem Gesetz der multiplen Proportionen erfolgten, ohne dass desswegen eine solche bestimmte Beziehung zwischen den Gewichten der in die verschiedenen Verbindungen eingehenden Körper existirte, wie sie dem Gesetz des Mischungsgewichtes zufolge wirklich existirt; z. B. der Stickstoff könnte mit dem Sauerstoff eine bestimmte, den Zahlenverhältnissen nach immer sich gleich bleibende Verbindung, das Stickoxydul, bilden; die Sauerstoffmengen ferner, welche der Stickstoff in seinen höheren Oxydationsstufen aufnimmt, könnten in dem einfachen Zahlenverhältniss zu einander stehen, in welchem sie wirklich stehen; eben so könnte der Stickstoff mit dem Wasserstoff eine bestimmte Verbindung, das Ammoniak bilden; aber daraus würde nicht nothwendig folgen, dass, wenn man die

Menge des Sauerstoffs in irgend einer Verbindung desselben mit dem Stickstoff = 1 setzt, und daraus die Zahl, welche das Gewicht des Stickstoffs und mittelbar also auch die Zahl, welche das Gewicht des Wasserstoffs ausdrückt, letztere aus der als bekannt vorausgesetzten Zusammensetzung des Ammoniaks, berechnet, der Sauerstoff und Wasserstoff entweder in dem Verhältniss der so gefundenen Zahlen selbst, oder doch in einem solchen sich verbinden müssten, in welchem die Zahl des Wasserstoffs in einem einfachen Verhältniss zu der für denselben berechneten Zahl stünde; d. h., es würde nicht nothwendig folgen, dass, wenn die für den Wasserstoff gefundene Zahl = a wäre, der Sauerstoff mit dem Wasserstoff entweder in dem Verhältniss von $1 : a$ oder von $1 : \frac{1}{3}a$, $\frac{1}{2}a$, $1\frac{1}{2}a$, $2a$ sich verbinden müsste.

Wenn nun das Gesetz der multiplen Proportionen das Gesetz des Mischungsgewichtes nicht nothwendig voraussetzt oder fordert, so setzt dagegen umgekehrt das Gesetz des Mischungsgewichtes das der multiplen Proportionen nothwendig voraus, *wenn überhaupt die Körper in verschiedenen Verhältnissen sich verbinden können*; denn es ist klar, dass wenn dieses letztere Gesetz nicht existirte, bei einer Menge von Verbindungen nicht die bestimmten Beziehungen zwischen den Gewichten der sich verbindenden Körper statt finden könnten, welche der Begriff des Mischungsgewichtes fordert. Erst durch die Entdeckung der multiplen Proportionen konnte daher der Begriff des Mischungsgewichtes seine gehörige Entwicklung erhalten.

Atomistische Theorie.

Das Bestreben, die Ursache dieser beiden Naturgesetze, des Gesetzes der multiplen Proportionen und des Mischungsgewichtes, aufzufinden, musste gewissermassen von selbst auf die *atomistische Hypothese* führen.

Die *dynamische Hypothese* betrachtet die Körper als homogene Massen, die nicht aus einzelnen unterscheidbaren Theilchen zusammengesetzt sind; Gasarten z. B. unterscheiden sich nach ihr von festen und tropfbar-flüssigen Körpern nicht etwa dadurch, dass in den erstern die Theilchen in grösserer Entfernung von einander sich befinden, sondern vielmehr dadurch, dass die homogenen Massen, welche die Körper bilden, in den Gasarten nur verdünnter, verbreiteter sind, als in den festen und tropfbar-flüssigen Körpern. Die chemische Verbindung beruht nicht auf einer mechanischen Juxtaposition heterogener einzelner Theilchen, sondern auf einer wirklichen wechselseitigen Durchdringung der heterogenen Materien und unterscheidet sich eben dadurch von einem mechanischen Aggregat, in welchem die heterogenen Theile einander nicht durchdringen, sondern blos durch Juxtaposition mit einander in Berührung treten.

Nach der *atomistischen* oder *mechanischen Hypothese* über den Grundzustand der Körper dagegen sind diese keine homogene Massen, sondern vielmehr ein Aggregat sehr kleiner Theilchen, die in gewissen, bald grösseren, bald kleineren, Entfernungen von einander schweben. Von der verschiedenen Gestalt, Grösse, Masse, Entfernungen, Kräften, macht diese atomistische Hypothese nicht blos die verschiedenen Aggregatzustände der Körper (den festen, tropfbar-flüssigen und gasförmigen Zustand), sondern auch die übrigen eigenthümlichen Eigenschaften derselben abhängig. Bei der chemischen Verbindung zweier heterogenen Stoffe findet nicht eine wechselseitige Durchdringung ihrer Materien statt, sondern die Theilchen des einen Körpers lagern sich *zwischen* die Theilchen des andern Körpers ein, von denen sie angezogen werden. Die chemische Verbindung unterscheidet sich von der mechanischen dadurch, dass erstere auf einer durch Anziehung bewirkten Juxtaposition *kleinster* heterogener Theilchen, die gleichförmig untereinander ver-

theilt sind, letztere dagegen bloß auf einer durch zufällige äussere Kräfte bewirkten Juxtaposition *ganzer Massen* kleinster Theilchen beruht. Nach der atomistischen Hypothese hängen ferner die Erscheinungen des Lichts, der Wärme, der Elektrizität u. s. f. entweder von einer einzigen, feinen, materiellen Flüssigkeit (Aether), oder von mehreren verschiedenen solchen Flüssigkeiten ab, welche in und zwischen den Körpern verbreitet sind, während in der dynamischen Ansicht diese Imponderabilien nicht als wirklich materielle Flüssigkeiten betrachtet werden, sondern bloß als Kraftäusserungen, die an den ponderablen Körpern selbst vor sich gehen.

Diese kleinsten Theile, durch deren Aggregation nach der atomistischen Ansicht die Körper gebildet werden, nennt man *Molecule, Atome*. Man hat nicht nöthig, anzunehmen, dass diese Atome *absolut unfähig* seyen, in weitere Theile zertheilt zu werden, eine solche Annahme würde sogar widersinnig erscheinen: die Voraussetzung ist vielmehr erlaubt, dass auch diese Atome noch aus Theilchen zusammengesetzt seyen, die aber durch eine so grosse Kraft zusammengehalten werden, dass sie allen Kräften Widerstand leistet, die auf unserer Erde streben können, eine Trennung derselben zu bewirken. — Man hat dieses durch ein schönes Bild zu versinnlichen gesucht. Betrachtet man das Weltall mit seinen unzähligen Sonnen und Planeten als einen einzigen grossen Körper, so stellen die einzelnen Himmelskörper die Atome dieses Körpers vor, die in abgemessenen Entfernungen von einander schwebend sich erhalten. Diese Atome (Himmelskörper) sind zwar an sich nicht untheilbar, aber es gibt keine Kräfte, die von ihnen etwas Materielles loszureissen oder überhaupt ihre Grösse, Dichtigkeit und Gestalt in einem so bemerklichen Grad zu ändern vermöchten, dass dadurch ihr Verhältniss zu andern Himmelskörpern gestört würde. In Beziehung auf einander erscheinen daher die

einzelnen Himmelskörper (die Atome des Weltalls) als untheilbar und unveränderlich. — Von den allermeisten chemischen Verbindungen wissen wir übrigens mit völliger Sicherheit, dass sie durch rein mechanische Kräfte in ihre heterogenen Bestandtheile nicht können getheilt werden. Eisenoxyd oder Zinnober bleiben immer, was sie sind: man mag sie so fein reiben, als man will, nie können sie durch blosse Zerkleinerung der Theile in Eisen und Sauerstoff, oder in Quecksilber und Schwefel getheilt werden. So gut nun eine chemische Verbindung durch mechanische Kräfte in die heterogenen Theilchen, aus denen sie besteht, nicht getheilt werden kann, eben sowohl kann man sich vorstellen, dass auch bei einer und derselben Materie, mag sie nun eine chemisch einfache oder eine chemisch zusammengesetzte seyn, die mechanische Theilbarkeit eine Grenze erreiche, bei welcher alle Kräfte nicht mehr vermögen, eine weitere Theilung der Theilchen (Atome) zu bewirken.

Dass diese Atome in den Körpern, selbst in den dichtesten, als in gewissen Entfernungen von einander schwebend betrachtet werden müssen, ergibt sich aus verschiedenen einfachen Thatsachen, namentlich daraus, dass die Körper durch Zusammendrückung so wie durch Erkältung gezwungen werden, einen kleineren Raum einzunehmen, als sie zuvor eingenommen hatten, was in dieser atomistischen Hypothese nur durch die Annahme erklärt werden kann, dass die leeren Zwischenräume zwischen den (ihrem Volumen nach unveränderlichen) Atomen verkleinert werden, so wie daraus, dass verschiedene Körper nach ihrer Verbindung mit einander einen kleineren Raum einnehmen, als der Raum ist, den sie vorher, getrennt, eingenommen hatten, was nur auf die Weise geschehen kann, dass die Atome des einen Körpers in die Zwischenräume des andern treten. Der verschiedene Aggregationszustand der Körper nöthigt ebenfalls zu der Annahme von Entfernungen zwischen den Atomen, denn

es ist klar, dass z. B. in dem Wassergas die Entfernungen zwischen den Wasseratomen viel grösser seyn müssen, als in dem tropfbar-flüssigen Wasser, wie es denn überhaupt keinem Zweifel unterworfen seyn kann, dass diese Entfernungen in den verschiedenen Körpern verschieden gross seyn werden.

Was die *Gestalt* der Atome betrifft, so kann natürlich die unmittelbare Beobachtung hierüber keine Aufschlüsse geben. Da die krystallisirten Körper stets eine eckige Gestalt annehmen, so fanden sich viele Physiker veranlasst, auch den Atomen eine solche, und zwar bald die des Tetraëders, bald die des Parallelepipedons, bald die der dreiseitigen Säule beizulegen, indem sie glaubten, dass die eckige Gestalt des ganzen Krystalles dadurch entstehe, dass die eckigen Atome einander ihre correspondirenden Flächen zukehren. Alles aber, was in Beziehung auf diese Gestalt des ganzen Krystalles durch die Annahme eckiger Atome erklärt werden kann, lässt sich eben so gut durch die viel einfachere Annahme von kugligen Atomen erklären, indem durch die Combination von mehreren einfachen kugligen Atomen jede beliebige eckige Krystallgestalt dargestellt werden kann. Diese Kugeln brauchen einander nicht zu berühren, und können sogar nicht als einander wirklich berührend vorausgesetzt werden, da, wie wir gesehen haben, nothwendig Zwischenräume zwischen den Atomen angenommen werden müssen; vielmehr dürfen sie blos in gehörig proportionirten Abständen von einander schwebend gedacht werden, wodurch dieselben äusseren Gestalten hervorgehen, wie wenn sich die Kugeln unmittelbar berührten. Es ist klar, dass zur Construction eines eckigen Körpers wenigstens so viele Kugeln erfordert werden, als der Körper Ecken hat, z. B. zur Bildung eines Tetraëders wenigstens 4, eines Parallelepipedons wenigstens 8, einer dreiseitigen Säule wenigstens 6. Die Annahme von kugligen Atomen empfiehlt

sich schon desswegen, weil die Materie überhaupt, wenn sie der Wirkung ihrer alleinigen Anziehungskräfte überlassen bleibt (was man bei der Bildung der Atome, deren Theile durch keine noch so grosse Kraft getrennt zu werden vermögen, vorzugsweise Grund hat, anzunehmen), stets die kuglige Gestalt annimmt, und weil bei der Voraussetzung der kugligen Gestalt, die auch die des Wassertropfens ist, die mechanische Construction des Weltalls sich in der eines einzelnen Körpers, als eines Mikrokosmus, abspiegeln würde.

Ueber die relative *Grösse* dieser kugelförmigen Atome der verschiedenen Elemente lässt sich nichts Bestimmtes sagen. Nimmt man sie gleich gross an, so muss ihre Dichtigkeit eine verschieden grosse seyn, weil ihre absolute Schwere eine verschiedene ist. Man müsste daher entweder die dynamische Ansicht mit der atomistischen vermischen und annehmen, dass die Materie in den Atomen bald mehr bald weniger verdünnt oder verdichtet sey, oder man müsste annehmen, dass die Atome selbst noch aus Theilchen bestehen, die verschieden grosse Zwischenräume zwischen sich enthalten, und dadurch die verschiedene Dichtigkeit der Atome sich zu erklären suchen. Die einfachste Annahme ist also die, die specifische Schwere der Atome gleich zu setzen, wodurch dann ihr Volumen natürlich höchst verschieden werden muss.

Gleichartige Atome legen sich neben einander so, dass zwischen ihnen noch grosse Zwischenräume bleiben, von denen man annimmt, dass sie mit Wärmematerie erfüllt seyen, welche, bei einem gewissen Abstand, der Anziehungskraft der Atome (ohne welche keine Aggregation von Atomen denkbar wäre), durch ihre Abstossungswirkung das Gleichgewicht hält, und auf diese Weise eine unmittelbare Berührung der Atome nicht zu Stande kommen lässt.

Ein aus verschiedenen einzelnen Atomen zusammengesetztes Atom kann nun aber natürlich keine sphärische Ge-

stalt mehr haben, es muss eine bestimmte, aber von der sphärischen verschiedene, Gestalt besitzen, welche von der Anzahl der sich verbindenden Atome, so wie von der gegenseitigen Stellung derselben gegen einander abhängt, und es ist klar, dass das aus $A+B$ zusammengesetzte Atom einen grösseren Raum, als das Atom A , das aus $A+2B$ zusammengesetzte einen grösseren, als das aus $A+B$ zusammengesetzte einnehmen muss. Die Vereinigung (durch Juxtaposition) der gleichartigen Atome ist von einer Kraft (Cohäsion) abhängig, welche den mechanischen Zusammenhang bewirkt; die Vereinigung der ungleichartigen Atome aber von einer Kraft (Affinität), welche die chemische Verbindung bewirkt. Ein aus ungleichartigen Atomen zusammengesetztes Atom ist *mechanisch* eben so untheilbar, wie ein einfaches Atom. Denken wir uns z. B. Quecksilber, und mit Schwefel verbundenen Quecksilber (Zinnober). Durch mechanische Kräfte lassen sich Quecksilber und Zinnober theilen, bis man am Ende auf die nicht weiter theilbaren Atome kommt. Beim Quecksilber sind dieses einfache Atome, beim Zinnober aber zusammengesetzte, die durch keine mechanische Kraft in ihre Bestandtheile getrennt werden können, und die daher *in Beziehung auf mechanische Theilbarkeit* eben so gut als Elemente betrachtet werden können, wie die Atome des Quecksilbers. Die *Affinität* bewirkt die chemische Verbindung eines Quecksilberatoms mit einem Schwefelatom zu einem mechanisch untheilbaren Zinnoberatom; die *Cohäsion* dagegen die Verbindung der durch die Affinität gebildeten einzelnen Zinnoberatome zu einer mechanisch theilbaren Masse von Zinnober. —

Die zusammengesetzten Atome werden nach dem Grad ihrer Zusammengesetztheit in zusammengesetzte Atome der ersten, zweiten, dritten, vierten u. s. f. Ordnung eingetheilt. — *Zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung* sind entweder *organische* oder *unorganische*.

Die *unorganischen* zusammengesetzten Atome der ersten Ordnung bestehen in der Regel nur aus zwei Elementen, von denen aber eines zu mehreren Atomen mit einem oder mehreren Atomen des andern verbunden seyn kann, z. B. unterschweflige Säure besteht aus 1 Atom Schwefel und 1 Atom Sauerstoff; Schwefelsäure aus 1 Atom Schwefel und 3 Atomen Sauerstoff; Unterschwefelsäure aus 2 At. Schwefel und 5 At. Sauerstoff. In seltenern Fällen verbindet sich ein unorganisches zusammengesetztes Atom der ersten Ordnung, gleichsam als ein Element, mit einem andern Element, und bildet eine Verbindung, die man ihrer Analogie mit andern Verbindungen zulieb, den unorganischen zusammengesetzten Atomen der ersten Ordnung beizählt. Hieher gehört z. B. die Verbindung des Cyans mit Wasserstoff zu Blausäure, welche Säure man wegen ihrer Analogie mit der Salzsäure u. s. f. gewöhnlich als ein zusammengesetztes unorganisches Atom der ersten Ordnung betrachtet,

Die *organischen* Atome der ersten Ordnung bestehen in der Regel aus wenigstens 3, häufig aus 4 oder einer noch grösseren Zahl von Elementen. Beispiele: Zucker, Faserstoff. Ausnahmen bilden besonders mehrere aus nur zwei Elementen zusammengesetzte Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff, die in Form von ätherischen Oelen im Pflanzenreich vorkommen (vergl. S. 441). Nach der oben S. 449. angeführten Ansicht können die organischen Atome der ersten Ordnung als zusammengesetzte unorganische Atome der zweiten Ordnung betrachtet werden, z. B. Alkohol als bestehend aus ölbildendem Gas und Wasser. Wir haben ferner gesehen, dass es organische Verbindungen gibt, die man früher als zusammengesetzte organische Atome der ersten Ordnung betrachtet hat, die jedoch eher als zusammengesetzte unorganische Atome der ersten Ordnung betrachtet werden dürften, bestehend aus einem zusammengesetzten organischen Atom der ersten Ordnung, welches die Rolle

eines einfachen Atoms spielt und aus einem wirklichen einfachen Atom. Ein Beispiel dieser Art liefert das (S. 438.) erwähnte Bittermandelöl, welches aus Benzoyl und Wasserstoff besteht. Später werden wir noch andere Thatsachen kennen lernen, durch welche diese durch die Verhältnisse des Bittermandelöls gebotene Ansicht grössere Erweiterung erhält.

Zusammengesetzte Atome der zweiten Ordnung entstehen aus der Verbindung von zwei zusammengesetzten Atomen der ersten Ordnung, von denen entweder eines mit einem, oder zwei oder mehrere von dem einen mit einem oder mehreren von dem andern verbunden seyn können. Beispiele: Einfach schwefelsaures Kali, doppeltschwefelsaures Kali. — Der wasserfreie Alaun, der aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Alaunerde besteht, ist ein *zusammengesetztes Atom der dritten*, der wasserhaltige Alaun, der aus wasserfreiem Alaun und Wasser besteht, ein *zusammengesetztes Atom der vierten Ordnung*.

Ueberraschend ist auf den ersten Blick die Leichtigkeit, womit sich in dieser atomistischen Ansicht das Gesetz der multiplen Proportionen sowohl als das Mischungsgewicht erklärt. Wenn nemlich 1 At. von A sich mit 1 At. von B verbindet, und eine Verbindung von A und B in mehreren Verhältnissen möglich ist, so wird sich 1 At. von A mit 2, 3, 4 u. s. f. At. von B oder 2, 3 u. s. f. Atome von A mit 1, 2, 3 u. s. f. Atom, von B, nicht aber 1 At. von A mit $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, ... $\frac{1}{n}$ At. von B verbinden können, weil Theile von Atomen nicht denkbar sind. Ebenso, wenn sich 1 At. von A mit 1 At. von B, 1 At. von B mit 1 At. von C, 1 At. von C mit 1 At. von D verbindet, so werden sich auch, wenn eine Verbindung von A mit C und D möglich ist, A, C und D im Verhältniss der Gewichte der Atome eines jeden dieser Körper oder eines Multiplums dieser Gewichte nach

ganzen Zahlen mit einander verbinden; d. h. das Mischungsgewicht wird als eine nothwendige Folge dieser atomistischen Constitution der Körper erscheinen.

Betrachtet man jedoch die Sache genauer, so findet man sogleich, dass diese atomistische Ansicht nur dann eine genügende Erklärung von den multiplen Proportionen und dem Mischungsgewicht geben würde, wenn sie zugleich die Ursache anzugeben vermöchte, warum sich die Körper immer nur in so wenigen Verhältnissen mit einander verbinden. Die atomistische Ansicht gestattet aber zwar keine Verbindung von *Theilen* von Atomen, dagegen eine Verbindung von *jeden beliebigen Vielfachen* von Atomen mit einander, d. h. es kann sich zwar nicht 1 At. von A mit $\frac{1}{n}$ At. von B, oder $\frac{1}{n}$ At. von A mit 1 At. von B, wohl aber können sich n Atome von A mit n+1 Atomen von B, und n+1 Atome von A mit n Atomen von B verbinden, wo n jede beliebige ganze Zahl seyn kann, und es ist demnach klar, dass wenn die in der atomistischen Ansicht liegende Möglichkeit eine Wirklichkeit wäre, gar keine bestimmte Verhältnisse, kein Mischungsgewicht, überhaupt gar nichts Gesetzmässiges bei den Verbindungen der Körper wahrgenommen werden könnte, weil es dann ganz das Ansehen haben würde, als könnten sich die Körper in allen möglichen Verhältnissen mit einander verbinden.

Insofern nun die atomistische Theorie die Ursache nicht anzugeben vermag, warum die Verbindungen der Körper, welche, wenn diese Theorie in ihrer ganzen Allgemeinheit aufgefasst wird, in allen möglichen Verhältnissen statt finden sollten, doch in der That nur auf wenige Verhältnisse beschränkt sind, verliert sie Vieles von ihrer Bedeutsamkeit, dient aber jedenfalls dazu, das Gesetz der multiplen Proportionen und namentlich das Gesetz des Mischungsgewichtes zu versinnlichen.

Mischungsgewicht, chemisches Aequivalent, Atom sind demnach gleichbedeutende Begriffe; während aber die Annahme halber Mischungsgewichte gestattet war, so kann es dagegen keine halben Atome geben, und wenn man daher findet, dass 1 M. G. von A sich mit $1\frac{1}{2}$ M. G. von B verbindet, so muss man setzen: 2 Atome von A verbinden sich mit 3 At. von B. u. s. f.

Ueberhaupt aber wird man in der atomistischen Ansicht bei der Bestimmung der Anzahl der Atome in den Verbindungen auf mehrere Umstände ein Gewicht legen, die man sonst unberücksichtigt lässt. Diese Umstände sind vorzüglich folgende:

1) *Das Raumverhältniss, nach welchem sich gasförmige Körper mit einander verbinden.*

Wenn gasförmige Körper sich mit einander verbinden, so erfolgt die Verbindung nach sehr einfachen *Raumverhältnissen*. Durch diese Thatsache wird das Gesetz der multiplen Proportionen auf eine sehr merkwürdige Weise erweitert. Die Verhältnisse sind folgende: 1 Maass des einen Gases verbindet sich mit 1, $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, 3, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ Maassen des andern. Bisweilen findet bei der Vereinigung zweier gasförmiger Körper zu einer gleichfalls gasförmigen Verbindung keine Verdichtung statt, d. h. das aus der Verbindung entstehende Gas nimmt einen Raum ein, der so gross ist, wie die Räume der sich verbindenden Gase zusammengenommen: z. B. 1 Maass Stickgas bildet mit 1 M. Sauerstoffgas 2 Maasse Stickoxydgas, 1 M. Chlor mit 1 M. Wasserstoffgas 2 M. salzsaures Gas. In den meisten Fällen jedoch findet eine Verdichtung statt, und zwar wieder nach einem sehr einfachen Gesetz, indem der Raum, den die verbundenen Gase einnehmen, in einem sehr einfachen Verhältniss zu der Summe der Räume steht, welche die Gase vor ihrer Verbindung eingenommen hatten: z. B. 3 Maasse Wasserstoffgas bilden mit 1 Maass Stickgas nicht 4 sondern 2 Maasse Am-

moniakgas; 1 Maass Kohlenoxydgas mit $\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas nicht $1\frac{1}{2}$, sondern 1 Maass kohlen-saures Gas u. s. f. Ueberhaupt aber findet man, dass entweder 1 Maass des einen Gases sich mit 1 M. des andern zu 2 Maassen, oder dass sich 2 Maasse mit 1 M. zu 2 M., oder 1 M. mit 3 M. zu 2 M. verbindet. Es ist daher wahrscheinlich, dass alle Körper, wenn es möglich wäre, sie in Gase zu verwandeln und den Raum zu bestimmen, den sie in Gasform einnehmen, sich in einfachen Raumverhältnissen mit einander verbinden würden. In der atomistischen Ansicht bietet sich zunächst die Annahme als die wahrscheinlichste dar, dass gleiche Maasse verschiedener Gase bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck gemessen, auch eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten; die Atome (Mischungsgewichte) aller gasförmigen Körper würden sich dann verhalten, wie die spec. Gewichte dieser Gase. Dann würde also das Wasser aus 1 Atom Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff, die Salzsäure aus 1 Atom Chlor und 1 Atom Wasserstoff, das Stickoxydgas aus 1 At. Stickstoff und 1 At. Sauerstoff, die Salpetersäure aus 1 At. Stickstoff und $2\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff, oder, weil halbe Atome nicht möglich sind, aus 2 At. Stickstoff und 5 At. Sauerstoff, das Ammoniak aus 1 At. Stickstoff und 3 At. Wasserstoff bestehen, insofern Atom und Volumen bei einem gasförmigen Körper als gleichbedeutend angenommen werden.

Von allen Elementen sind nur die 4: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, bei der gewöhnlichen Temperatur gasförmig, und lassen sich bequem in diesem Zustand wägen; setzt man das Atom (Mischungsgewicht) des Wasserstoffs wieder = 1, so wird jetzt das des Sauerstoffs = 16, das des Stickstoffs = 14, das des Chlors = 35.4.

Wir wollen nun alle Folgen in Erwägung ziehen, welche diese von der früheren verschiedene Annahme herbeiführt.

Wir hatten früher, aus den oben angeführten Gründen, im

Wasser 1 M. G. Wasserstoff auf 1 M. G. Sauerstoff, im Stickoxydulgas ebenfalls 1 M. G. Stickstoff auf 1 M. G. Sauerstoff, mithin in Stickoxydgas 1 M. Stickstoff auf 2 M. G. Sauerstoff angenommen. Indem das M. G. des Wasserstoffs = 1 gesetzt wurde, fand sich für das M. G. des Sauerstoffs die Zahl 8, für das des Stickstoffs die Zahl 14.

Jetzt nehmen wir im Wasser 2 M. G. Wasserstoff auf 1 M. G. Sauerstoff, im Stickoxydgas 1 M. G. Stickstoff auf 1 M. G. Sauerstoff an, weil 2 Maasse Wasserstoffgas mit 1 Maass Sauerstoffgas Wasser, 1 Maass Stickgas mit 1 Maass Sauerstoffgas Stickoxydgas bilden. Setzen wir nun wieder das M. G. des Sauerstoffs = 8, so finden wir nun das M. G. des Wasserstoffs = $\frac{1}{2}$, das des Stickstoffs = 7. Das M. G. des Wasserstoffs sowohl als des Stickstoffs wird daher in Beziehung auf das in beiden Fällen = 8 gesetzte M. G. des Sauerstoffs in dieser letztern Voraussetzung nur halb so gross, wie vorher gefunden, aber diese Mischungsgewichte stehen zu einander selbst in demselben Verhältniss wie vorher. Setzt man daher wiederum das M. G. des Wasserstoffs = 1, so wird das M. G. des Sauerstoffs = 16, also doppelt so gross als früher, das des Stickstoffs aber bleibt nun, wie das des Wasserstoffs, dasselbe, das heisst = 14. *In Beziehung auf das M. G. des Wasserstoffs und Stickstoffs*, welche Mischungsgewichte in beiden Fällen die gleichen bleiben, wird daher bei dieser neuen Annahme das M. G. des Sauerstoffs *doppelt so gross*, als bei der früheren Annahme.

Das salzsaure Gas besteht aus gleichen Maassen Chlorgas und Wasserstoffgas; die Mischungsgewichte (Atome) des Chlors und Wasserstoffs müssen sich daher, nach dieser atomistischen Voraussetzung, wie die specifischen Gewichte dieser beiden Gase verhalten. Wir hatten früher in dem salzsauren Gas ebenfalls 1 M. G. Chlor auf 1 M. G. Wasserstoff angenommen; die absolute Grösse des Atoms des Chlors muss daher in beiden Ansichten dieselbe seyn, insofern der Wasserstoff

immer = 1 gesetzt wird; aber *in Beziehung auf den Sauerstoff* wird das Atomgewicht des Chlors, wie das des Stickstoffs und Wasserstoffs, nach dieser auf die atomistische Voraussetzung gegründeten Volumenstheorie nur halb so gross ausfallen, als nach den früher festgesetzten Annahmen.

Aus dem bisher Gesagten ergeben sich nun alle weitere Consequenzen, welche diese neue Voraussetzung mit sich führt.

Um Missverständnissen zu begegnen, und um kürzer mich fassen zu können, will ich die Annahme, dass das Wasser 1 M. G. Wasserstoff auf 1 M. G. Sauerstoff, das Stickoxydgas 1 M. G. Stickstoff auf 2 M. G. Sauerstoff enthalte, *die erste Voraussetzung*; die andere, mit der atomistischen Ansicht in näherer Verbindung stehende, Annahme aber, nach welcher das Wasser 2 M. G. Wasserstoff auf 1 M. G. Sauerstoff, das Stickoxydgas 1 M. G. Stickstoff auf 1 M. G. Sauerstoff enthält, *die zweite Voraussetzung* nennen.

Da, bei beiderlei Voraussetzungen, die Mischungsgewichte des Wasserstoffs, Stickstoffs und Chlors in demselben Zahlenverhältniss zu einander stehen, aber nach der zweiten Voraussetzung das Mischungsgewicht des Sauerstoffs doppelt so gross wird, wenn die Zahlen, welche die Mischungsgewichte des Wasserstoffs, Stickstoffs und Chlors ausdrücken, dieselben bleiben, so wird in allen Verbindungen des Wasserstoffs, Stickstoffs und Chlors die relative Anzahl der Mischungsgewichte in beiderlei Voraussetzungen die gleiche seyn; in allen Verbindungen aber, die der Sauerstoff mit einem der drei Elemente: Wasserstoff, Stickstoff, Chlor, bildet, werden, wenn bei beiderlei Voraussetzungen 1 Mischungsgewicht Sauerstoff in der Verbindung angenommen wird, in der zweiten Voraussetzung doppelt so viele Mischungsgewichte Wasserstoff, Stickstoff oder Chlor, als in der ersten, angenommen werden müssen; oder wenn in beiden Fällen die Anzahl der Mischungsgewichte des Wasserstoffs, Stickstoffs, Chlors, dieselbe bleibt, wird nur eine
halb

halb so grosse Anzahl Mischungsgewichte Sauerstoff in der zweiten Voraussetzung angenommen werden können. So wird also das Ammoniak, welches nach der zweiten Voraussetzung aus 3 Atomen Wasserstoff und 1 Atom Stickstoff besteht (weil 3 Maasse Wasserstoffgas mit 1 Maass Stickgas Ammoniak bilden), auch nach der ersten Voraussetzung aus 3 Mischungsgewichten Wasserstoff und 1 M. G. Stickstoff bestehen; dasselbe wird bei der Chlorwasserstoffsäure, dem Chlorstickstoff der Fall seyn, welche Verbindungen ebenfalls in beiden Voraussetzungen die gleiche relative Anzahl von Mischungsgewichten enthalten müssen. Es wird aber jedoch auch in dieser Beziehung eine wesentliche Verschiedenheit in beiden Fällen statt finden. Die Mischungsgewichte der Chlorwasserstoffsäure, des Ammoniaks, u. s. f. werden nemlich durch Addition der in die Zusammensetzung eingehenden, einfachen oder mehrfachen Mischungsgewichte bestimmt; bleibt daher die Zahl, welche das Mischungsgewicht des Sauerstoffs ausdrückt, bei beiden Voraussetzungen die gleiche, so wird in der letzten Voraussetzung die Zahl, welche das Mischungsgewicht des Ammoniaks, der Chlorwasserstoffsäure, des Chlorstickstoffs ausdrückt, nur *halb so gross* als in der ersten; man muss daher, um das Verhältniss der Gleichheit *in Beziehung auf den Sauerstoff* herzustellen, diese Zahlen verdoppeln. Hieraus folgt nun die Nothwendigkeit der Annahme von sogenannten *Doppelatomen*, wie sich gleich zeigen wird.

Wir haben gesehen, dass gerade die entschieden neutralen Salze, welche die Sauerstoffsäuren mit oxydirten Basen bilden, aus einem Mischungsgewicht Säure und einem Mischungsgewicht Basis bestehen, und dass man daher bisweilen, wie z. B. bei der Borsäure, den Umstand, dass ein gewisses Salz neutral ist, als einen Fingerzeig, durch den man sich bei der Bestimmung der Anzahl von Sauerstoff-Mischungsgewichten in einer Säure leiten lässt, berücksichtigt.

Wir haben ferner gesehen, dass die einfachste Voraussetzung die ist, nach welcher in den Salzbasen, wenn das Radical der Basis mit Sauerstoff nur eine einzige Basis bildet, 1 Mischungsgewicht Sauerstoff, wenn es aber mehrere bildet, in der *stärksten* Salzbasis ebenfalls 1 Mischungsgewicht Sauerstoff auf 1 M. G. Radical angenommen wird. Dieses gilt nun, wenn man die *erste* der oben S. 498. angeführten Voraussetzungen zu Grund legt, auch für das Ammoniak, denn die neutralen Salze, welche die Sauerstoffsäuren mit Ammoniak bilden, bestehen, bei dieser ersten Voraussetzung, ebenfalls aus 1 M. G. Säure und 1 M. G. Ammoniak, und so wie die oxydirte Basis 1 M. G. Sauerstoff enthält, so enthält das Ammoniak 1 M. G. Stickstoff. — Diese Uebereinstimmung kann aber bei der *zweiten* Voraussetzung nicht mehr statt finden, denn ungeachtet die relative Anzahl von Stickstoff- und Wasserstoff- Mischungsgewichten, wie wir gesehen haben, in dieser zweiten Voraussetzung dieselbe ist, wie in der ersten, so ist dagegen das Mischungsgewicht des Stickstoffs sowohl als das des Wasserstoffs, mithin auch das Mischungsgewicht des Ammoniaks, verglichen mit dem Mischungsgewicht des Sauerstoffs, in der zweiten Voraussetzung nur halb so gross, als in der ersten. Da nun, bei der ersten Voraussetzung, 1 M. G. Ammoniak das Aequivalent ist von 1 M. G. einer oxydirten-Basis, welche 1 M. G. Sauerstoff enthält, insofern beide 1 M. G. einer Sauerstoffsäure sättigen, so muss man, bei der zweiten Voraussetzung, das Mischungsgewicht des Ammoniaks *doppelt* nehmen, wenn es das Aequivalent einer solchen oxydirten Basis seyn soll; die neutralen Ammoniaksalze würden daher, bei der zweiten Voraussetzung, aus 1 Atom Säure und 2 Atomen Ammoniak bestehen, und eine Verbindung von 1 Atom Säure und 1 Atom Ammoniak würde ein saures Salz geben. Weil man aber wegen der Neutralität dieser Salze von der Voraussetzung nicht abgehen mag, dass

1 Atom Säure mit 1 At. Ammoniak verbunden sey, so nimmt man an, dass 2 Atome Stickstoff (ein Doppelatom des Stickstoffs) mit 6 Atomen Wasserstoff (drei Doppelatomen des Wasserstoffs) 1 Atom Ammoniak bilden. Aus einem ganz ähnlichen Grunde nimmt man an, dass 2 Atome Chlor (ein Doppelatom von Chlor) mit 2 Atomen Wasserstoff (einem Doppelatom von Wasserstoff) 1 Atom Chlorwasserstoffsäure bilden, und ein Atom Salmiak besteht zwar aus 1 Atom Salzsäure und 1 Atom Ammoniak, aber ein jedes dieser zusammengesetzten Atome besteht aus Doppelatomen der in die Zusammensetzung eingehenden Elemente.

Die Salpetersäure und die Chlorsäure enthalten auf 1 Maass Stickgas } , 2½ Maasse Sauerstoffgas. Nach der zweiten Voraussetzung werden daher diese Säuren aus 1 Atom Stickstoff } und 2½ Atom. Sauerstoff, oder, weil keine halben Atome angenommen werden dürfen, aus 2 Atomen Stickstoff } und 5 At. Sauerstoff bestehen. Nach der ersten Voraussetzung müssen aber diese Säuren, aus den schon entwickelten Gründen, aus 1 Mischungsgewicht Stickstoff } Chlor } und 5 Mischungsgewichten Sauerstoff bestehend angenommen werden, insofern im Stickoxydul 1 M. G. Stickstoff auf 1 M. G. Sauerstoff angenommen wird. Bei beiderlei Voraussetzungen erhält man daher das gleiche Resultat; denn da, in Beziehung auf den Sauerstoff, 1 Atom Stickstoff } nach der Chlor } zweiten Voraussetzung nur halb so gross ist, als nach der ersten, so muss eine Verbindung von 2 Atomen Stickstoff } Chlor } mit 5 At. Sauerstoff in der zweiten Voraussetzung, identisch

seyn mit einer Verbindung von 1 At. Stickstoff } mit 5 At.
Chlor }

Sauerstoff in der ersten Voraussetzung. Aber selbst dann, wenn man keinen Anstand nehmen würde, halbe Atome gelten zu lassen, müsste man doch bei der zweiten Voraussetzung in der Salpetersäure sowohl als in der Chlorsäure 2 Atome Radical auf 5 Atome Sauerstoff annehmen, weil, bei der Annahme von 1 At. Radical und $2\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff, das Atom der Salpetersäure nur halb so gross werden, und mithin nicht mehr 1 Atom einer Salzbasis sättigen könnte; das neutrale salpetersaure Kali würde dann 2 Atome Salpetersäure auf 1 Atom Kali enthalten müssen, was mit der Annahme, dass die neutralen Salze 1 Atom Säure auf 1 Atom Basis enthalten, im Widerspruch stehen würde.

Die Voraussetzung, dass gleich grosse Volumina gasförmiger Elemente auch eine gleich grosse Anzahl von Atomen enthalten, steht, so weit sie sich auf die beständigen gasförmigen Elemente, Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, Stickgas, und das relativ immerhin noch als beständiges Gas zu betrachtende Chlor bezieht, mit keiner andern Voraussetzung, deren Richtigkeit mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf, im Widerspruch; nur nöthigt sie zur Annahme von Doppelatomen. Für mehrere der unbeständig gasförmigen Elemente ist aber jene Voraussetzung ganz unstatthaft, wie sich aus den Versuchen von Dumas und Mitscherlich ergibt. Von dem Schwefel kann man mit grosser Sicherheit behaupten, dass sein Mischungsgewicht sehr nahe das Doppelte von dem des Sauerstoffs ist; würde daher obige Voraussetzung richtig seyn, so müsste auch das specifische Gewicht des Schwefelgases doppelt so gross seyn, als das des Sauerstoffgases, es ist aber nicht doppelt, sondern sechsmal so gross als letzteres, mithin dreimal so gross, als es nach jener Voraussetzung seyn müsste. Eben so kann man mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass das M. G. des Phos-

phors nahe das Doppelte von dem des Sauerstoffs ist; aber das specif. Gew. des Phosphorgases ist nicht das Doppelte, sondern das Vierfache von dem des Sauerstoffgases, mithin doppelt so gross als es seyn sollte u. s. f.

Die Voraussetzung, dass das specifische Gewicht der Gase der Elemente sich wie das Atomgewicht derselben verhalte, hat also jedenfalls keine allgemeine Gültigkeit, und insofern erscheint das specifische Gewicht der Gase der Elemente als ein Moment, welches für die Bestimmung des Atomgewichtes derselben von keiner grossen Bedeutung ist. So viel scheint jedoch als ausgemacht angenommen werden zu dürfen, dass, bei gleichen Voluminibus der Gase zweier Elemente, das Gas des einen entweder eine gleiche Anzahl von Atomen enthält wie das Gas des andern Elements, oder eine Anzahl, welche ein Submultiplum oder Multiplum nach kleinen Zahlen von der Anzahl der Atome des andern Gases ist.

Wenn man nun das, was für oder gegen die beiden oft erwähnten Voraussetzungen spricht, unbefangen gegen einander abwägt, so wird man zugeben müssen, dass die erste Voraussetzung durch ihre grössere Einfachheit vor der zweiten sich empfiehlt, welche letztere die Nothwendigkeit der Annahme entweder von Doppelatomen, oder von neutralen Salzen, die 1 Mischungsgewicht Säure auf 2 M. G. Basis enthalten, mit sich führt. Würden die Volumina immer den Atomen entsprechen, was aber nicht der Fall ist so hätte man allerdings allen Grund, der zweiten Voraussetzung den Vorzug vor der ersten einzuräumen.

2) Ein zweiter Umstand, den man bei der atomistischen Ansicht zu berücksichtigen hat, ist der sogenannte *Isomorphismus* oder *Homocomorphismus* der Körper, d. h. die Gleichheit oder wenigstens grosse Aehnlichkeit der Formen, in welchen gewisse Körper in ihrer Verbindung mit einem und demselben dritten Körper krystallisiren, mit dem sie sich in denselben Verhältnissen vereinigen. Diese

Gleichheit oder Aehnlichkeit der Formen ist nach dieser Ansicht eine mechanische Folge der atomistischen Construction, d. h. solche Körper müssen von jedem elektropositiven und elektronegativen Element eine gleich grosse Anzahl von Atomen enthalten. Die Sauerstoffmengen, die der Phosphor in der phosphorigen- und Phosphor-Säure, das Arsenik in der arsenigen und Arsenik-Säure aufnehmen, verhalten sich $= 1\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2}$ oder $= 3 : 5$; und die Phosphorsäure sowohl als die Arseniksäure zeigen das ungewöhnliche Verhalten, dass sie in den Verbindungen, welche als neutrale zu betrachten sind, eine Quantität Basis sättigen, deren Sauerstoff $\frac{2}{3}$ ihres eigenen Sauerstoffgehalts ist; beide Säuren scheinen daher eine gleiche Anzahl Atome von Phosphor oder Arsenik und von Sauerstoff zu enthalten, und beide Säuren sind auch wirklich homöomorph, d. h. sie bilden mit Salzbasen, z. B. mit Natron durchaus *ähnliche*, d. h. solche Formen, die zu demselben Krystallsystem gehören. Hiebei wird aber vorausgesetzt, dass sich eine gleiche Anzahl Mischungsgewichte von Phosphorsäure und Arseniksäure nicht blos, sondern auch von Wasser, mit der Salzbasis verbinde. Und so schliesst man umgekehrt aus der Isomorphie oder Homöomorphie auf Gleichheit der relativen Anzahl der Atome, wenn auch unmittelbar keine solche Andeutungen, wie bei der Phosphorsäure und Arseniksäure, vorhanden sind, welche zur Voraussetzung einer solchen Gleichheit berechtigen. Der Sauerstoff des Eisenoxyduls verhält sich zu dem des Eisenoxyds (bei gleicher Menge des Eisens) $= 1 : 1\frac{1}{2}$. Man nimmt daher im Eisenoxydul 1 At. Eisen auf 1 At. Sauerstoff, im Eisenoxyd 1 At. Eisen auf $1\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff, oder, weil halbe Atome unstatthaft sind, 2 At. Eisen auf 3 Atome Sauerstoff an. Da nun die Alaunerde mit dem Eisenoxyd isomorph ist, so schliesst man, dass auch sie aus 2 At. Aluminium und 3 At. Sauerstoff bestehe, zu welchem Schluss freilich die Verbindung des Aluminiums mit Sauerstoff selbst,

die, so viel bis jetzt bekannt ist, nur in einem einzigen Verhältniss erfolgt, auch nicht die entfernteste Berechtigung geben würde, insofern die einfachste Voraussetzung unstreitig die ist, in der Alaunerde 1 Atom Aluminium auf 1 Atom Sauerstoff anzunehmen. Ebenso schliesst man, dass Manganoxyd und Chromoxydul, als isomorph mit der Alaunerde, 2 At. Radical auf 3 At. Sauerstoff enthalten, eine Annahme, die übrigens auch schon ohne alle Rücksicht auf den Isomorphismus, gerechtfertigt erscheint, insofern man z. B. in der Chromsäure, wie oben S. 480. gezeigt worden, alle Ursache hat, 3 At. Sauerstoff auf 1 At. Chrom, und mithin im Chromoxydul 3 At. Sauerstoff auf 2 At. Chrom vorzusetzen.

Ebenso zeigen auf der einen Seite Kupferoxyd, Eisenoxydul, Kobaltoxyd, Nickeloxyd, Zinkoxyd, Manganoxydul, Bittererde, Kalk, auf der andern Seite Baryt, Strontian, Bleioxyd, wenn diese Salzbasen mit einer gleichen Anzahl von Mischungsgewichten entweder der Schwefelsäure oder der Kohlensäure, und im Fall dass Wasser in die Verbindung eingeht, zugleich mit einer gleichen Anzahl von Mischungsgewichten Wasser verbunden sind, (denn verschiedene Mengen von Krystallwasser machen, dass ein Salz bei übrigens gleichbleibendem quantitativem Verhältniss der Säure und Basis, in wesentlich verschiedenen Formen krystallisirt) ganz ähnliche Formen; man schliesst daher aus der Aehnlichkeit dieser Formen auf eine gleiche Anzahl von Atomen der Radicale und des Sauerstoffs in diesen verschiedenen Salzbasen. Wenn man also die relative Anzahl von Atomen des Radicals und Sauerstoffs in Einer dieser verschiedenen Salzbasen anzugeben vermag, so enthalten alle übrigen dieselbe relative Anzahl von Atomen. Da das Eisen im Oxydul 1, im Oxyd $1\frac{1}{2}$ Theile Sauerstoff aufnimmt, so hat man allen Grund, im Eisenoxydul 1 Atom Eisen auf 1 At. Sauerstoff, im Eisenoxyd 2 At. Eisen auf

3 At. Sauerstoff anzunehmen; man wird daher auch in allen übrigen, dem Eisenoxydul isomorphen Salzbasen 1 At. Radical auf 1 At. Sauerstoff, und in den dem Eisenoxyd isomorphen, 2 At. Radical auf 3 At. Sauerstoff annehmen. — Die Erscheinungen des *Dimorphismus*, welche zeigen, dass ein und derselbe Körper sehr oft in zwei verschiedenen, auf einander nicht reducirbaren (verschiedenen Krystallsystemen angehörigen) Formen krystallisiren kann, benehmen jedoch diesem Moment einen Theil seines Werthes, oder verwickeln doch jedenfalls die Folgerungen, die aus den Erscheinungen des Isomorphismus abgeleitet werden.

Endlich dürfte einst, unabhängig von der atomistischen Ansicht, bei der Bestimmung des Mischungsgewichtes der Elemente, ein von Dulong und Petit entdecktes höchst merkwürdiges Gesetz berücksichtigt werden. Diese fanden nemlich, dass das Mischungsgewicht der Elemente immer kleiner wird, während ihre specifische Wärme grösser wird, und dass namentlich das Product des Mischungsgewichtes eines Elements in die specifische Wärme desselben Elements in sehr vielen Fällen dieselbe Zahl gibt. Das Mischungsgewicht des Schwefels z. B. ist = 16, seine specif. Wärme = 0.188; das M. G. des Kupfers = 32, seine specif. Wärme = 0.0949; und $16 \times 0.188 = 3.008$, $32 \times 0.0949 = 3.037$, welche Zahlen wenig von einander verschieden sind. Dieses Gesetz gilt für sehr viele Elemente, und man würde, wenn dasselbe allgemein gültig wäre, aus der bekannten specifischen Wärme der Elemente und dem zugleich bekannten Mischungsgewicht eines derselben, das Mischungsgewicht der übrigen berechnen können. Für einige Elemente, wie Arsenik, Antimon, passt jedoch dieses Gesetz nicht, indem das Product des Mischungsgewichtes in die specifische Wärme eine Zahl gibt, welche in gar keinem bestimmten Verhältniss zu der Zahl steht, welche das Product des Mischungsgewichtes anderer Elemente in ihre specifische Wär-

me gibt; bei noch andern Elementen gibt dieses Product eine Zahl, welche das Doppelte oder $1\frac{1}{2}$ fache von der Zahl ist, welche hätte gefunden werden sollen, wenn anders das Mischungsgewicht richtig bestimmt war. Bis jetzt liess sich daher von diesem Gesetz auf die Bestimmung der Mischungsgewichte keine sichere Anwendung machen.

Ueber die Anwendung des bisher Gesagten auf die Bestimmung der Mischungsgewichte aller einzelnen Elemente.

Wenn wir die relative Grösse des Mischungsgewichtes (Atoms) für ein jedes einzelne Element bestimmt haben, so ist es klar, dass damit zugleich die *relative* Anzahl von Mischungsgewichten in jeder aus zwei Elementen zusammengesetzten Verbindung gegeben ist, deren Zusammensetzung bekannt ist. Die Schwefelsäure z. B. besteht in 100 Theilen aus 40 Th. Schwefel und 60 Th. Sauerstoff; nun verhält sich $40 : 60 = 16$ (Mischungsgewicht des Schwefels) : 24; die Zahl 24 ist aber dreimal so gross, als das Mischungsgewicht des Sauerstoffs, welches = 8 ist. Wir finden also, dass die Schwefelsäure aus 1 M. G. Schwefel und 3 M. G. Sauerstoff besteht. Wir können auch setzen: $40 : 60 = \left. \begin{array}{l} x \\ 5\frac{1}{3} \end{array} \right\} : 8$ (Mischungsgewicht des Sauerstoffs). So finden wir, dass $5\frac{1}{3}$, d. h. $\frac{1}{3}$ des Mischungsgewichts des Schwefels (nämlich $\frac{16}{3}$) mit 1 M. G. Sauerstoff, oder also wieder 1 M. G. Schwefel mit 3 M. G. Sauerstoff in der Schwefelsäure verbunden sind.

Ebenso finden wir aus der bekannten Zusammensetzung einer Verbindung zweiter Ordnung, die relative Anzahl der Mischungsgewichte der diese Verbindung zusammensetzenden Verbindungen erster Ordnung. Ob z. B. eine Verbindung von Schwefelsäure und Kali, einfach oder doppelt schwefelsaures Kali sey, ergibt sich unmittelbar aus der be-

kannten Grösse der Mischungsgewichte der Schwefelsäure und des Kalis und der bekannten Zusammensetzung des schwefelsauren Kalis.

Nur in Einer Beziehung können wir, jedoch blos bei Zugrundlegung der zweiten der oben erwähnten Voraussetzungen, zweifelhaft seyn, ob nemlich die Verbindung aus einem, oder aus 2 Atomen (Doppelatom) eines jeden Elements bestehe. So besteht z. B. 1 Atom Salzsäure aus 2 At. Chlor und 2 At. Wasserstoff, nicht aus 1 Atom eines jeden der beiden Elemente.

Bei der Bestimmung des Mischungsgewichtes eines Elements lässt man sich aber, wie wir schon gesehen haben, hauptsächlich durch die mehrfachen Verbindungen leiten, welche dasselbe mit einem andern Element, namentlich mit dem Sauerstoff eingeht. Wenn wir nun aus den Verbindungen der Elemente mit Sauerstoff die Grösse der Mischungsgewichte aller dieser Elemente bestimmen, so ist damit die relative Anzahl der Mischungsgewichte der Elemente und ihrer Verbindungen, in allen möglichen Verbindungen erster und höherer Ordnungen unabänderlich bestimmt.

Zur Abkürzung hat Berzelius die verschiedenen Elemente mit den Anfangsbuchstaben ihres lateinischen Namens bezeichnet, und zwar so, dass die nicht metallischen Elemente nur einen einzigen Buchstaben erhalten, und nur bei möglicher Verwechslung mit einem andern nicht metallischen Element noch einen weiteren; die metallischen Elemente aber nur dann einen einzigen Buchstaben erhalten, wenn gar keine Verwechslung möglich ist.

O — Sauerstoff (Oxygenium)	Cl — Chlor
H — Wasserstoff (Hydrogenium)	Br — Brom
	J — Jod
N — Stickstoff (Nitrogenium)	F — Fluor
S — Schwefel	P — Phosphor
Se — Selen	As — Arsenik

C —Kohlenstoff (Carbo)	Su —Zinn (Stannum)
B —Bor	Pb —Blei (Plumbum)
Si —Silicium	Cd —Cadmium
Cr —Chrom	Zn —Zink
V —Vanadium	Co —Kobalt
Mo —Molybdän	Ni —Nickel
W —Wolfram	Fe —Eisen (Ferrum)
Sb —Antimon (Stibium)	Mn —Mangan
Te —Tellur	Ce —Cerium
Ta —Tantal	Al —Aluminium
Ti —Titan	Zr —Zirconium
Os —Osmium	Th —Thorium
Ir —Iridium	Y —Yttrium
R —Rhodium	Be —Beryllium
Pt —Platin	Mg —Magnesium
Pd —Palladium	Ca —Calcium
Hg —Quecksilber (Hydrargy- rium)	Sr —Strontium
Ag —Silber (Argentum)	Ba —Barium
Cu —Kupfer (Cuprum)	L —Lithium
U —Uran	Na —Natrium
Bi —Wismuth (Bismuthum)	K —Kalium

Die Verbindung zweier einfachen Stoffe wird durch das Zeichen + bezeichnet; z. B. Kali durch $K+O$, Schwefelsäure durch $S+3O$.

Die Doppelatome werden dadurch bezeichnet, dass man im untern Drittheil des Zeichens für das einfache Atom einen Strich zieht: z. B. N (Doppelatom des Stickstoffs), H (Doppelatom des Wasserstoffs), Cl (Doppelatom des Chlors).

Die übrigen Bezeichnungen werden weiter unten angegeben werden.

Ich will nun zeigen, auf welche Weise das Mischungsgewicht der einzelnen Elemente bestimmt wird, und dabei auf die Verschiedenheiten aufmerksam machen, welche für

die Bezeichnungsart der Verbindungen sich ergeben, je nachdem man von verschiedenen Voraussetzungen bei der Bestimmung der Anzahl der Mischungsgewichte in einer Verbindung ausgeht. Dem Anfänger wird es dann sehr leicht werden, die verschiedene Sprache zu verstehen, welcher sich verschiedene Chemiker zur Bezeichnung der gleichen Sache bedienen.

Die Zahlen, welche verschiedene Chemiker für die Mischungsgewichte festsetzen, können aus drei Ursachen verschieden seyn.

1) Weil Einige das Mischungsgewicht des Wasserstoffs, Andere das des Sauerstoffs oder irgend eines andern Elements einer gegebenen Zahl, namentlich der Zahl 1, 10 oder 100 gleich setzen. Es ist einleuchtend, dass diese Verschiedenheit in den Zahlen der Mischungsgewichte eine durchaus unwesentliche ist, und dass, wenn bei der Bestimmung der Mischungsgewichte im Uebrigen die gleichen Rücksichten in beiden Fällen genommen würden, die Zahlen selbst zwar verschieden gross, aber, worauf es allein ankommt, die *Verhältnisse* derselben zu einander die gleichen wären, und aus der für eine bestimmte Voraussetzung (Wasserstoff = 1 oder Sauerstoff = 1) gefundenen Grösse der Mischungsgewichte unmittelbar diejenige gefunden werden könnte, welche den Mischungsgewichten bei einer andern Voraussetzung angehört. Setzt man z. B. das M. G. des Wasserstoffs = 1, so ist das des Sauerstoffs = 8; soll nun aber das M. G. des Sauerstoffs = 1 seyn, so hat man $8 : 1 = 1 : x$ und $x = 0.125 =$ M. G. des Wasserstoffs. — Auf diese ganz ausserwesentliche Verschiedenheit wird daher in der Folge keine Rücksicht genommen werden, und ich will bei dieser Gelegenheit nur noch die Gründe angeben, durch welche die verschiedenen Chemiker bewogen wurden, das Mischungsgewicht entweder des Wasserstoffs oder des Sauerstoffs = 1 zu setzen.

Prout glaubte annehmen zu dürfen, dass wenn das Atom des Wasserstoffs = 1 gesetzt wird, die Atome aller übrigen Elemente Multipla nach ganzen Zahlen von der Atomzahl des Wasserstoffs seyen, d. h. dass sich dann die Mischungsgewichte aller übrigen Elemente durch ganze Zahlen ausdrücken lassen. Wäre diese Beziehung vollkommen begründet, so würde man nicht umhin können, sie als ein merkwürdiges Naturgesetz zu betrachten. Allerdings lassen sich die Mischungsgewichte mehrerer Körper durch ganze Zahlen ausdrücken, wenn das M. G. des Wasserstoffs = 1 gesetzt wird, und die kleinen Abweichungen von dem wirklichen Versuch lassen sich häufig aus Fehlern erklären, die möglicherweise bei der Analyse der Verbindungen, aus welchen man die Mischungsgewichte ableitet, begangen worden seyn konnten. In einigen Fällen sind jedoch die Abweichungen zu gross, und man wird daher auf diese Ansicht um so weniger ein Gewicht legen dürfen, als es ganz natürlich ist, dass die Atome vieler Elemente, ohne den Resultaten der Analysen zu grossen Zwang anzuthun, in ganzen Zahlen sich ausdrücken lassen, da sie sämmtlich sehr gross in Vergleich mit dem Atom des Wasserstoffs sind.

Der Grund, aus welchem andere Chemiker es vorziehen, das Atomgewicht des Sauerstoffs = 1 oder = 100 zu setzen, ist der, weil der Sauerstoff weit mehr Verbindungen eingeht, als der Wasserstoff, und weil, wenn ein Körper sich mit mehreren Atomen Sauerstoff verbinden kann (was so oft vorkommt), die Addition dieser Sauerstoffatome bei dieser Bezeichnungswiese bequemer wird. —

Ich nehme hier das Atom des Wasserstoffs = 1 an, bloß aus dem Grunde, weil dann die Atome vieler anderer Elemente füglich in ganzen Zahlen ausgedrückt werden können, um so mehr, da es mir hier bloß darum zu thun ist, eine klare Vorstellung von dem Mischungsgewicht zu geben, nicht aber darum, die Mischungsgewichte der Körper mit der grössten Schärfe anzugeben.

2) Eine zweite Ursache, warum die Zahlen der Mischungsgewichte verschieden gross seyn können, ist die, weil bei der Berechnung der Mischungsgewichte von einander abweichende Analysen von Verbindungen zu Grunde gelegt werden können. Wenn man z. B. annimmt, dass die Phosphorsäure 42.6 proc. Phosphor enthalte, so ist es einleuchtend, dass eine andere Zahl für das Mischungsgewicht des Phosphors gefunden werden muss, als bei der Annahme von 44 proc. Phosphor in dieser Säure, wenn man übrigens bei der Bestimmung des Mischungsgewichts des Phosphors dieselben Voraussetzungen zu Grunde legt. — Die hiervon abhängenden Verschiedenheiten in der Grösse der Mischungsgewichte sind in der Regel sehr unbedeutend und kommen schon deswegen kaum in Betracht, weil sich erwarten lässt, dass sie immer mehr verschwinden werden, je öfter und mit je grösserer Genauigkeit man die Analysen wiederholen wird.

3) Die einzige *wesentliche* Verschiedenheit in der Grösse der Zahlen, welche die Mischungsgewichte ausdrücken, rührt, wie schon oben bemerkt wurde, davon her, dass verschiedene Chemiker eine verschiedene relative Anzahl von Mischungsgewichten in den Verbindungen erster Ordnung annehmen. Könnte man sich in Hinsicht auf die relative Anzahl von Mischungsgewichten in den Verbindungen erster Ordnung vereinigen, so würde keine wesentliche Verschiedenheit in der Grösse der Mischungsgewichte und der Art, die einfacheren und zusammengesetzteren Verbindungen zu bezeichnen, ferner statt finden können.

Ich gehe nun zu der Bestimmung der Mischungsgewichte der einzelnen Elemente über, wobei ich mich übrigens auf das bereits Erörterte beziehe, indem ohnediss Dasjenige, was ich nun anführen werde, grösstentheils blosser Wiederholung ist.

Wasserstoff. H. — das Mischungsgewicht desselben wird = 1 angenommen.

Sauerstoff. O. — Nimmt man in dem Wasser 1 M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Wasserstoff an, so gibt die Analyse des Wassers die Zahl 8 für das M. G. des Sauerstoffs; aber die Zahl 16, wenn das Wasser (nach der Volumenstheorie) 2 M. G. Wasserstoff enthält.

Stickstoff. N. — Werden in dem Stickoxydulgas gleich viele M. G. Stickstoff und Sauerstoff, und im Wasser gleich viele M. G. Wasserstoff und Sauerstoff angenommen, so ist das M. G. des Stickstoffs = 14. Es folgt dieses unmittelbar aus der specif. Schwere des Stickgases und Sauerstoffgases, in Verbindung mit der Thatsache, dass 1 Maass Stickgas mit $\frac{1}{2}$ M. Sauerstoffgas zu Stickoxydulgas sich verbindet. — Nimmt man dagegen, nach der Volumenstheorie, in dem Stickoxydulgas, welches aus gleichen Maassen Stickgas und Sauerstoffgas besteht, gleich viele M. G. Stickstoff und Sauerstoff an, so ist das M. G. des Stickstoffs wiederum = 14, vorausgesetzt, dass, derselben Theorie gemäss, das M. G. des Sauerstoffs = 16 und nicht = 8 ist.

In Beziehung auf den Sauerstoff ist also allerdings das M. G. des Stickstoffs, gerade wie das des Wasserstoffs, nach dieser Volumenstheorie nur halb so gross als nach der ersten Voraussetzung. Während daher, nach der ersten Voraussetzung, das M. G. der Salpetersäure $N + 5O$ ist, so muss es dagegen, nach der Volumenstheorie, durch $2N + 5O$ oder $N + 5O$ bezeichnet werden. Ein Mischungsgewicht Salpetersäure sättigt 1 M. G. Basis, z. B. Kali ($K + O$), welches 1 M. G. Sauerstoff auf 1 M. G. Metall enthält. $N + 5O$ (nach der ersten Voraussetzung, die ich a nennen will) ist aber halb so gross als $2N + 5O$ (nach der zweiten Voraussetzung oder der Volumenstheorie, die ich b nennen will), denn $O(a)$ ist = $\frac{1}{2} O(b)$ und $N(a)$ ist = $N(b)$ also = $\frac{1}{2} \times 2N(b)$; aber auch $K + O(a)$ ist = $\frac{1}{2} (K + O)(b)$, weil $O(a) = \frac{1}{2} O(b)$ und mithin $K(a)$ ebenfalls = $\frac{1}{2} K(b)$ ist, indem man so-

wohl bei a als bei b voraussetzt, dass das Kali aus 1 M. G. Kalium und 1 M. G. Sauerstoff bestehe.

Die relativen Mengen von Salpetersäure und Kali sind also wirklich in beiden Annahmen a und b dieselben, und hierauf allein kommt es an; aber das M. G. des salpetersauren Kalis = $(N + 5O) + (K + O)$ (a) ist die Hälfte von dem M. G. des salpetersauren Kalis $(2N + 5O) + (K + O)$ (b); d. h. in Beziehung auf den = 1 gesetzten Wasserstoff ist das M. G. der Salpetersäure, des Kalis und des salpetersauren Kalis nach b doppelt so gross als nach a. Wenn man die Sache genau betrachtet, so stellt eigentlich $2N + 5O$ (b) ein doppeltes Mischungsgewicht der Salpetersäure vor, denn wenn man in der Volumenstheorie, die Annahme halber Mischungsgewichte (Atome) gestatten wollte, so würde $N + 2\frac{1}{2}O$ das Mischungsgewicht der Salpetersäure seyn, aber das eigentliche *Aequivalent* der Salpetersäure ist allerdings $2(N + 2\frac{1}{2}O)$ oder $2N + 5O$ (in der Voraussetzung nemlich, dass das Kali z. B. $K + O$, und nicht $K + \frac{1}{2}O$ ist), denn wenn z. B. 1 M. G. Schwefelsäure (= $S + 3O$, wie wir später sehen werden) 1 M. G. Kali sättigt, so wird in die Zusammensetzung $(S + 3O)(K + O)$, die Verbindung $2N + 5O$ und nicht die von $N + 2\frac{1}{2}O$ (nach b) substituiert werden müssen, wenn *neutrales* salpetersaures Kali entstehen soll, weil in den neutralen salpetersauren Salzen der Sauerstoff der Säure das 5 fache von dem der Basis beträgt, so wie er in den neutralen schwefelsauren Salzen das 3 fache von dem der Basis ist.

Was die Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoff zu Ammoniak betrifft, so habe ich oben ausführlich auseinander gesetzt, dass nach a sowohl als nach b das Mischungsgewicht des Ammoniaks mit der Volumenstheorie in Uebereinstimmung ist, dass aber nach a das Ammoniak seinen wahren *Aequivalent* nach $N + 3H$, nach b aber $2N +$

6H oder $N+3H$ ist, ganz übereinstimmend mit dem, was für die Salpetersäure gilt.

Die Mischungsgewichte des Wasserstoffs, Sauerstoffs, Stickstoffs, der Salpetersäure, des Ammoniaks sind also

	Nach a	Nach b
Wasserstoff	H = 1	H = 1
Sauerstoff	O = 8	O = 16
Stickstoff	N = 14	N = 14
Salpetersäure	$(N+5O) = 54$	$(2N+5O) = 108$
Ammoniak	$(N+3H) = 17$	$(N+3H) = 34$

Schwefel. S. — Der Schwefel verbindet sich in der unterschweifigen - schwefligen - Unterschweifel- und Schwefelsäure mit 1, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 Antheilen Sauerstoff; ausserdem ist der Sauerstoff der Schwefelsäure das Dreifache von dem Sauerstoff der Basis, welche sie sättigt. Nach a ist mithin 1 M. G. Schwefel in der unterschweifigen Säure mit 1, in der schwefligen mit 2, in der Unterschweifelsäure mit $2\frac{1}{2}$, in der Schwefelsäure mit 3 M. G. Sauerstoff verbunden. Aber die Unterschweifelsäure enthält fünfmal so viel Sauerstoff als die Basis, mit welcher sie ein neutrales Salz bildet. Will man daher die Annahme festhalten, dass in den entschieden neutralen Salzen 1 M. G. Säure mit 1 M. G. Basis verbunden sey, so muss man auch in der Voraussetzung a, bei welcher man, wo es nur immer annehmbar ist, das elektropositive Element mit einem einzigen Mischungsgewicht in den Verbindungen auftreten lässt, annehmen, dass 2 M. G. Schwefel mit 5 M. G. Sauerstoff verbunden seyen. In der atomistischen Theorie, welche halbe Atome verwirft, versteht sich dieses von selbst.

Da nun die Schwefelsäure aus 40 Th. Schwefel und 60 Th. Sauerstoff besteht und 1 M. G. Schwefel auf 3 M. G. Sauerstoff enthält, so verhält sich das M. G. des Schwefels zu dem des Sauerstoffs = $40 : \frac{1}{3} \times 60$. Ist daher das M. G. des Sauerstoffs = 8, so ist das des Schwefels = 16; ist ersteres = 16, so ist letzteres = 32. Nach a ist daher das

M. G. der Schwefelsäure = $S + 3 O = 40$, das der Unterschweifelsäure = $2S + 5 O = 72$, das der schwefligen Säure = $S + 2 O = 32$, das der unterschweifigen Säure = $S + O = 24$. Nach b sind diese Mischungsgewichte doppelt so gross. Das auffallendste Verhalten unter diesen Säuren zeigt die Unterschweifelsäure, deren Mischungsgewicht viel grösser ausfällt, als das der Schwefelsäure. Wenn man jedoch bedenkt, dass eigentlich 1 M. G. Unterschweifelsäure aus 1 M. G. Schwefelsäure = 40 und 1 M. G. schwefliger Säure = 32 besteht, so wird man dieses Verhalten nicht mehr auffallend finden. Ein neutrales unterschweifelsaures Salz wird nemlich durch Glühen so zersetzt, dass 1 M. G. schwefligsaures Gas fortgeht und 1 M. G. Schwefelsäure mit 1 M. G. Basis verbunden, d. h. ein neutrales schwefelsaures Salz zurückbleibt. Genau betrachtet ist daher ein neutrales unterschweifelsaures Salz ein saures Salz, indem es nach Verlust von Säure (schweflige Säure) neutral bleibt.

In den beiden Voraussetzungen a und b wird also das Mischungsgewicht des Schwefels in Beziehung auf den Sauerstoff auf die gleiche Weise bestimmt und steht daher zu dem Mischungsgewicht des Sauerstoffs in demselben Verhältniss. In Beziehung auf den Wasserstoff aber ist, aus dem schon angeführten Grunde, das M. G. des Schwefels nach b doppelt so gross als nach a.

Betrachten wir nun auch die Zusammensetzung des Schwefelwasserstoffs nach beiden Voraussetzungen. Ein Schwefelmetall, welches, gerade so wie die Salzbasis dieses Metalls aus 1 M. G. Metall und 1 M. G. Sauerstoff besteht, auf 1 M. G. Metall auch 1 M. G. Schwefel enthält und durch Wasser zersetzt wird, gibt schwefelwasserstoffsaures Metalloxyd. Hier nimmt also das Metall 1 M. G. Sauerstoff aus dem Wasser auf, und 1 M. G. Wasserstoff (nach a), oder 2 M. G. Wasserstoff (nach b) verbinden sich mit 1 M. G. Schwefel. Der Schwefelwasserstoff ist daher nach a:

$S + H = 16 + 1 = 17$, nach $b : S + 2H$ (oder $S + H) = 32 + 2 = 34$. (Dass das M. G. des Wasserstoffs = 1 nach b doppelt genommen werden müsse, folgt schon daraus, weil auch das M. G. des Schwefels doppelt so gross ist.)

Selen. Se. — Das Selen ist dem Schwefel durchaus analog. Es bildet mit Sauerstoff zwei Säuren; die eine, die selenige, entspricht der schwefligen Säure; sie bildet, wie diese, mit Basen neutrale Salze, in welchen der Sauerstoff der Säure das Doppelte ist von dem der Basis. Die andere, die Selensäure, gibt neutrale Salze, in denen, gerade wie in den schwefelsauren Salzen, der Sauerstoff der Säure das Dreifache ist von dem der Basis. Ausserdem sind die selensauren Salze mit den schwefelsauren isomorph. Da mithin die selenige Säure $Se + 2O$ ist und aus 71,3 Selen und 28,6 Sauerstoff besteht, so ist das M. G. des Selens nach $a = 40$, nach $b = 80$, und die selenige Säure nach $a = 56$, nach $b = 112$; das der Selensäure nach $a = 64$, nach $b = 128$; das M. G. des Selenwasserstoffs nach $a = 41$, nach $b = 82$. Im Verhältniss zu dem Mischungsgewicht des Sauerstoffs und Schwefels ist mithin das M. G. des Selens nach a und b gleich gross; im Verhältniss zu dem des Wasserstoffs aber nach b doppelt so gross als nach a .

Chlor. Cl. — Nach der Volumenstheorie ist das Mischungsgewicht des Chlors = 35,4, weil 1 Maass Chlor sich mit 1 Maass Wasserstoffgas zu salzsaurem Gas verbindet, mithin das M. G. des Chlors zu dem des Wasserstoffs in demselben Verhältniss steht, wie die specifischen Gewichte beider Gase. Da aber die Chlorsäure fünfmal so viel Sauerstoff enthält, als die Basen, mit welchen sie neutrale Salze bildet, und 1 Maass Chlor mit $2\frac{1}{2}$ Maass Sauerstoffgas, Chlorsäure bildet, so muss die Chlorsäure $2 Cl + 5 O$ seyn. Die Voraussetzung a stimmt in Beziehung auf den Wasserstoff ebenfalls mit der Volumenstheorie überein, denn 1 M. G. Chlor ist nach ihr mit 1 M. G. Wasserstoff zu Salzsäure

verbunden. Das Mischungsgewicht des Chlors wird daher nach a und b durch dieselbe Zahl ausgedrückt, indem in beiden Fällen das M. G. des Wasserstoffs = 1 gesetzt wird: aber in Beziehung auf das M. G. des Sauerstoffs, das nach $a = 8$, nach $b = 16$ ist, wird das M. G. des Chlors nach a doppelt so gross als nach b . Die Voraussetzung a , nach welcher das Wasser aus 1 M. G. Sauerstoff und 1 M. G. Wasserstoff, die Salzsäure aus 1 M. G. Chlor und 1 M. G. Wasserstoff besteht, erscheint in Hinsicht auf das Chlor weit einfacher als die auf die Volumenstheorie gegründete Voraussetzung b , nach welcher, wie oben gezeigt wurde, 1 Atom Salzsäure aus 1 Doppelatom von Chlor und 1 Doppelatom von Wasserstoff bestehend angenommen werden muss. In beiden Voraussetzungen werden alle stärkeren Salzbasen als Verbindungen von 1 M. G. Metall und 1 M. G. Sauerstoff betrachtet; die Voraussetzung a setzt sogar diese Zusammensetzung bei *allen* Salzbasen voraus, wenn sie nicht durch die Existenz *mehrerer* Salzbasen, die ein Radical mit Sauerstoff bildet, zu einer andern Annahme genöthigt wird. Verwandeln sich nun diese Salzbasen in neutrale salzsaure Metalloxyde, so müssen sie nach a 1 M. G. Chlor und 1 M. G. Wasserstoff, nach b aber 2 M. G. Chlor und 2 M. G. Wasserstoff aufnehmen; zersetzt sich daher das salzsaure Metalloxyd in Wasser und in Chlormetall, so besteht dieses Chlormetall nach a aus 1 M. G. Chlor und 1 M. G. Metall, nach b aber aus 2 M. G. Chlor und 1 M. G. Metall. Alle Chlormetalle, die den stärkeren Salzbasen entsprechen, bestehen daher nach b aus 1 Atom Metall und 1 Doppelatom von Chlor, und ihre Benennung ist, wenn R das Metall (Radical) bedeutet, RCl , nach a dagegen RCl , welche letztere Annahme offenbar die einfachere ist, insofern gerade diese Verbindungen von Metall und Chlor die innigsten sind.

Brom. (Br.) und *Jod.* (J.) — Diese beiden Elemente sind dem Chlor vollkommen analog. In den neu-

tralen bromsauren und jodsauren Salzen ist, wie in den entsprechenden chlorsauren Salzen, die Menge des Sauerstoffs der Säure das Fünffache von der Menge des Sauerstoffs der Basis; man trägt daher, bei beiderlei Voraussetzungen a und b, die Zusammensetzung der Chlorsäure auch auf die Bromsäure und Jodsäure über, ungeachtet bei diesen Elementen nicht die Mannigfaltigkeit von Verbindungen mit Sauerstoff statt findet, wie bei dem Chlor, vielmehr bis jetzt nur eine einzige Verbindung (des Broms, und zwei Verbindungen des Jods mit Sauerstoff mit Sicherheit bekannt sind.

Nach a ist daher die Bromsäure und Jodsäure $\text{Br} + 5\text{O}$, $\text{J} + 5\text{O}$, nach b: $\text{Br} + 5\text{O}$, $\text{J} + 5\text{O}$. Hieraus und aus der bekannten Zusammensetzung dieser Säuren lassen sich nun die Mischungsgewichte dieser Elemente bestimmen, deren Grösse nach dem bei dem Chlor Gesagten, bei beiden Voraussetzungen, a und b, die gleiche seyn muss. Das Atom des Broms ist $= 78.34$, das Atom des Jods $= 123.2$.

Fluor. F. — Das Atom des Fluors wird in beiden Voraussetzungen nach Analogie mit dem Chlor bestimmt. Da man keine Verbindungen desselben mit Sauerstoff kennt, so bestimmt man das Gewicht eines Atoms Fluor aus den Fluormetallen. Wird ein Metall durch R bezeichnet, so ist nach a ein Fluormetall $\text{R} + \text{F}$, nach b: $\text{R} + \text{F}$. In beiden Voraussetzungen wird, aus den bei dem Chlor angeführten Gründen, die gleiche Zahl für das Atom des Fluors gefunden, und zwar 18.7.

Phosphor. P. — Der Phosphor verbindet sich in der phosphorigen- und der Phosphor-Säure mit Sauerstoffmengen, die sich wie $1\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2}$ verhalten; überdiss enthält in denjenigen phosphorsauren Salzen, welche man Ursache hat als neutrale zu betrachten, die Phosphorsäure $2\frac{1}{2}$ mal den Sauerstoff der Basis. Nach a wird daher das Mischungsgewicht der phosphorigen Säure $\text{P} + 1\frac{1}{2}\text{O}$, das der Phosphorsäure $\text{P} + 2\frac{1}{2}\text{O}$; nach der Voraussetzung b dagegen, welche die Annahme von halben Atomen nicht gestattet, wird ersteres

Mischungsgewicht $2P+3O$, letzteres $2P+5O$ seyn. In Beziehung auf den Sauerstoff wird daher nach beiden Voraussetzungen das Mischungsgewicht des Phosphors gleich gross, daher die Zahl, welche dieses Mischungsgewicht ausdrückt, nach b doppelt so gross seyn als nach a , weil auch die Zahl für den Sauerstoff nach b doppelt so gross ist als nach a . Die Zusammensetzung der Phosphorsäure gibt das Mischungsgewicht des Phosphors = 16 (für a), = 32 (für b). Die neutralen phosphorsauren Salze können aber nach b nicht mehr als Verbindungen von 1 M. G. Säure mit 1 M. G. Basis, sondern müssen als Verbindungen von 1 M. G. Säure mit 2 M. G. Basis betrachtet werden, weil die 5 M. G. Sauerstoff der Säure 2 M. G. Sauerstoff in der Basis, also 2 M. G. Basis voraussetzen. Das sogen. neutrale phosphorsaure Natron z. B. ist nach a , $(P + 2\frac{1}{2}O) + (N + O)$; nach b dagegen $(2P + 5O) + 2(N + O)$.

Arsenik. As. — Von ihm gilt ganz dasselbe, was vom Phosphor angeführt wurde, denn das Arsenik verbindet sich in der arsenigen- und Arsenik-Säure, gerade wie der Phosphor, mit Sauerstoffmengen, die sich verhalten = $1\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2}$. Sein Atomgewicht ist nach a : 37.6, nach b : 75.2.

Kohlenstoff. C. — Die Kohle verbindet sich in dem Kohlenoxyd, der Oxalsäure, der Kohlensäure, mit dem Sauerstoff in dem Verhältniss von 1, $1\frac{1}{2}$, 2, und da in denjenigen kohlen-sauren Salzen, in welchen die Kohlensäure die innigste Verbindung mit der Basis eingeht, und die man daher als neutrale betrachtet, der Sauerstoff der Kohlensäure das Doppelte ist von dem der Basis, so ist die einfachste Voraussetzung die, dass die Kohlensäure $C+2O$, mithin das Kohlenoxyd $C+O$ sey. Die Oxalsäure könnte somit $C+1\frac{1}{2}O$ seyn: weil aber dann die neutralen oxalsäuren Salze 2 M. G. Säure auf 1 M. G. Basis enthalten würden, so setzt man das M. G. der Oxalsäure = $2C+3O$, gerade wie man das M. G. der Unterschwefelsäure = $2S+5O$, und nicht = $S+2\frac{1}{2}O$

annimmt. Ein M. G. neutrales oxalsaures Salz besteht daher aus $(2C+3O) + (R+O)$, wenn R das Metall der salzfähigen Basis bedeutet; beim Glühen geht 1 M. G. Kohlenoxydgas $= C+O$ weg und es bleibt daher eine Verbindung von $C+2O$ mit $R+O$, d. h. ein neutrales kohlen-saures Salz zurück, wenn die Basis bei der Glühhitze die Kohlen-säure festhält, wie dieses bei den Alkalien der Fall ist. Es findet mithin hier etwas ganz analoges, wie bei den neutralen unterschwefelsauren Salzen statt, die durch Hitze ebenfalls in schwefligsaures Gas und neutrales schwefelsaures Salz zersetzt werden. — In der atomistischen Theorie liegt Nichts, was obiger Annahme widerspräche, denn das Gewicht der für sich ganz feuerbeständigen Kohle kann in gasförmigem Zustand direct nicht bestimmt werden, und es sind in dieser Beziehung verschiedene Hypothesen gestattet. Da nemlich die Kohle in ihrer Verbindung mit Sauerstoff z. B., gasförmig wird, so kann man sich vorstellen, ein gewisses Volumen von Kohlenstoffdampf verbinde sich mit einem gewissen Volumen von Sauerstoffgas zu Kohlenoxydgas oder zu kohlen-saurem Gas. Es ist bequem, einen solchen, wenn gleich für sich nicht darstellbaren, Kohlenstoffdampf in die Berechnungen aufzunehmen. In der atomistischen Theorie ist z. B. die Annahme gestattet (welche mit der zuvor aufgestellten Voraussetzung zusammenfällt), dass 2 Volum. Sauerstoffgas sich mit 1 Vol. Kohlenstoffdampf zu 2 Vol. kohlen-saurem Gas verbinden. Diese Voraussetzung stimmt nicht nur damit überein, dass die Kohlen-säure doppelt so viel Sauerstoff enthält, als die Basen, welche sie sättigt, mithin auf 1 Atom Kohle 2 At. Sauerstoff, sondern auch mit einem gewöhnlichen Verhalten, nach welchem sich gasförmige Körper bei ihrer Verbindung mit einander zusammenziehen, denn auf gleiche Weise bilden z. B. 2 Vol. Stickgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas 2 Vol. Stickoxydulgas; 2 Vol. Wasserstoffgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas 2 Vol. Wasserdampf.

Die Kohlensäure ist in diesem Fall wiederum $C+2O$, und da sie aus 27.3 Kohlenstoff, und 72.7 Sauerstoff besteht, so verhält sich das Gewicht eines Atoms Kohle zu dem Gewicht eines Atoms Sauerstoff $= 27.3 : \frac{72.7}{2} = x : 16$. Das Gewicht des Atoms der Kohle ist daher $= 12$, und das specif. Gewicht des imaginären Kohlenstoffdampfs verhält sich zu dem specif. Gewicht des Sauerstoffgases $= 12 : 16 = x : 1.10926$ (spec. Gew. des Sauerstoffgases); das specif. Gew. des Kohlenstoffdampfs ist daher $= 0.8320$. In Beziehung auf das Atomgewicht des Sauerstoffs würde also unter diesen Voraussetzungen das des Kohlenstoffs sowohl nach b als nach a auf die gleiche Weise bestimmt, und letzteres würde nach b doppelt so gross werden, als nach a, weil auch das Atom des Sauerstoffs nach b doppelt so gross ist als nach a. Nach a ist das Atom der Kohle $= 6$. Anderen dagegen scheint die Voraussetzung einfacher zu seyn, dass das kohlen-saure Gas aus 1 Vol. Sauerstoffgas und 1 Vol. Kohlenstoffdampf bestehe, welche 2 Volumina sich auf 1 Vol. zusammenziehen; in diesem Fall wird das specif. Gew. des imaginären Kohlenstoffdampfs halb so gross als zuvor, und zwar gleich dem Unterschied des specif. Gewichtes des kohlen-sauren Gases und des Sauerstoffgases $= 0.4160$. Die Kohlensäure ist dann (in der Voraussetzung nemlich, dass Atom = Volumen sey) $C+O$, das Kohlenoxydgas $2C+O$, die Oxalsäure $4C+3O$; und wenn das Atom des Sauerstoffs $= 16$ ist, so ist das Atom der Kohle $= 6$; ist das Atom des Sauerstoffs $= 8$, so ist das Atom der Kohle $= 3$. Wenn die Kohlensäure $C+2O$ und $O = 16$ ist, so ist $C+2O = 12+32 = 44$; ist die Kohlensäure $C+O$ und $O = 16$, so ist $C+O = 6+16 = 22 = \frac{1}{2} \times 44$. Ebenso, wenn $O = 8$, so ist im ersteren Fall die Kohlensäure $= 22$, im letzteren $= 11$, d. h. die Hälfte von 22. Da nun in den als neutral betrachteten kohlen-sauren Salzen der Sauerstoff der Kohlensäure das Doppelte ist von dem der Basis, so muss man

diese Salze als aus 2 At. Säure und 1 At. Basis zusammengesetzt betrachten, wenn die Kohlensäure $C+O$ ist. Die Annahme, dass die Kohlensäure $C+2O$ ist, hat daher weit mehr für sich. Uebrigens muss bemerkt werden, dass man die Kohlensäure als $C+2O$ betrachten und dennoch annehmen kann, dass 1 Vol. Kohlenstoffdampf mit 1 Vol. Sauerstoffgas 1 Vol. kohlen-saures Gas bilde, sobald man nur Volumen nicht = Atom setzt. Dann wird 1 Vol. Kohlenstoffdampf einem halben Atom oder Mischungsgewicht Kohle entsprechen.

Wir wollen nun untersuchen, was aus diesen Bestimmungen des Atomgewichts der Kohle weiter folgt. — Die Verbindung der Kohle mit dem Stickstoff, das Cyan, welches mit Wasserstoff Blausäure bildet, gibt, mit Kupferoxyd erhitzt, 1 Vol. Stickgas und 2 Vol. kohlen-saures Gas. Wir hatten angenommen, dass 2 Vol. kohlen-saures Gas 1 Vol. Kohlenstoffdampf enthalten; mithin wird in der atomistischen Volumenstheorie das Cyan aus 1 Vol. Stickgas und 1 Vol. Kohlenstoffdampf, d. h. aus 1 At. Stickstoff und 1 At. Kohlenstoff bestehen. Es würde dann aber, gerade wie bei dem Chlor, 1 At. Cyan nur mit $\frac{1}{2}$ Atom Metall zu Cyanmetall sich verbinden: man muss daher auch hier annehmen, dass 1 At. Cyan aus 1 Doppelatom Stickstoff und 1 Doppelatom Kohlenstoff bestehe, denn nur dann verbindet sich 1 At. Cyan mit 1 At. Metall zu 1 At. Cyanmetall. Die Bezeichnung für das Atom des Cyans ist daher in dieser atomistischen Theorie (b) N_2C . Weil das Atom der Kohle, verglichen mit dem des Sauerstoffs, sowohl nach a als nach b dieselbe Grösse hat, aber das Atom des Stickstoffs, verglichen mit dem des Sauerstoffs, nach a doppelt so gross ist als nach b, wie oben gezeigt wurde, so muss die Bezeichnung eines Mischungsgewichts Cyan nach a: $N+2C$ seyn, damit das gleiche quantitative Verhältniss des Stickstoffs und Kohlenstoffs in dem Cyan bei beiden Vor-

aussetzungen, a und b, hergestellt werde. In dieser Voraussetzung a darf mithin in den Cyanmetallen kein Doppelatom von Cyan, wie bei b, angenommen werden, dagegen besteht aber 1 Atom Cyan aus 1 At. Stickstoff und 2 Atomen Kohlenstoff. Ein Cyanmetall gibt durch Wasserzersetzung blausaures Metalloxyd, indem sich nach a 1, nach b 2 Atome Wasserstoff mit dem Cyan zu Blausäure, und sowohl nach a als nach b 1 At. Sauerstoff mit dem einen At. Metall zu Metalloxyd verbinden. Die Bezeichnung für 1 Atom Blausäure ist daher nach b: $\text{N}-\text{C}-\text{H}$, nach a: $\text{N}+2\text{C}+\text{H}$, oder NC^2H . Es ergibt sich ferner, dass der Blausäuredampf entweder aus 1 Vol. Stickgas, 1 Vol. Kohlenstoffdampf und 1 Vol. Wasserstoffgas (wenn nemlich 2 Vol. kohlensaures Gas 1 Vol. Kohlenstoffdampf und 2 Vol. Sauerstoffgas enthalten), oder aber aus 1 Vol. Stickgas 2 Vol. Kohlenstoffdampf und 1 Vol. Wasserstoffgas besteht (wenn man annimmt, dass 1 Vol. Kohlenstoffdampf mit 1 Vol. Sauerstoffgas 1 Vol. kohlensaures Gas bilde). — Es wäre überflüssig, auseinander zu setzen, wie nach diesen verschiedenen Bestimmungen des Atomgewichts der Kohle, die verschiedenen Verbindungen der Kohle mit Wasserstoff, mit Chlor u. s. f. bezeichnet werden müssen.

Bor. B. — Es ist oben bemerkt worden, dass in den als neutral betrachteten borsauen Salzen der Sauerstoff der Borsäure das 6 fache ist von dem der Basis, und dass demnach die Borsäure als $\text{B}+6\text{O}$ betrachtet wird, weil man annimmt, dass 1 Atom Borsäure mit 1 Atom Basis 1 At. neutrales borsaures Salz bilde. Da nun die Borsäure aus 31 Bor und 69 Sauerstoff besteht, so verhält sich das Gewicht eines Atoms Bor zu dem Gewicht eines Atoms Sauerstoff $= 31 : \frac{69}{6}$
 $= x : 8$ } ; das Gewicht eines Atoms Bor ist daher $= 21.6$ }
 16 } 43.2 }
 wenn das Gewicht eines Atoms Sauerstoff $= \frac{8}{16}$ } ist. Berzelius, der es nach der Analogie mit andern Säuren für wahr-

scheinlicher hält, dass die Borsäure nur 3 At. Sauerstoff auf 1 At. Bor enthält, betrachtet demgemäss die Borsäure aus 2 At. Bor und 6 At. Sauerstoff zusammengesetzt. Dann wird das Atomgewicht des Bors auf die Hälfte heruntersgesetzt, d. h. = 10.8 } , wenn das Atomgewicht des Sauerstoffs = 8 }
 21.6 } 16 }

ist. — Es existirt eine gasförmige Verbindung von Bor und Fluor, die durch Wasser in Borsäure und Fluorwasserstoffsäure zersetzt wird. Wenn die Flusssäure (vergl. S. 473.) aus 1 At. Fluor und 1 At. Wasserstoff besteht, so muss das Fluorbor aus 1 At. Bor und 6 At. Fluor bestehen, denn dann wird durch Zersetzung von 6 At. Wasser (sofern das Wasser aus 1 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff besteht) 1 At. Bor durch 6 At. Sauerstoff zu Borsäure, und 6 At. Fluor durch 6 At. Wasserstoff zu Flusssäure. — In der Hypothese, nach welcher das Wasser $O + 2H$, die Flusssäure $F + H$, die Borsäure $2B + 6O$ ist, können wir das Fluorbor durch BF^3 ausdrücken; denn die 3 Doppelatome Fluor erfordern 3 Doppelatome Wasserstoff, um Flusssäure zu bilden, machen also 3 einfache Atome Sauerstoff aus dem Wasser frei, welche mit einem einfachen Atom von Bor, Borsäure bilden, weil B mit 3 O Borsäure gibt, wenn diese $2B + 6O$ ist.

Silicium. Si. — Ich habe schon oben bemerkt, dass, da das Silicium mit andern Elementen und namentlich auch mit dem Sauerstoff, nur eine einzige Verbindung eingeht, da ferner, obgleich die Kieselsäure mit Salzbasen Verbindungen von sehr verschiedenen Sättigungsgraden eingeht, wir dennoch kein, auch nur einigermaßen zuverlässiges, Kriterium besitzen, an welchem wir die Neutralität, Acidität, oder Basicität einer kieselsauren Verbindung erkennen könnten, die einfachste Voraussetzung die ist, in der Kieselsäure 1 Atom Silicium auf 1 At. Sauerstoff anzunehmen. Da nun die Kieselsäure aus 48.3 Silicium und 51.7 Sauerstoff besteht, so ist

das Gewicht eines Atoms Silicium = $\frac{7.47}{14.94}$ } , wenn das Ge-
 wicht eines Atoms Sauerstoff = $\frac{8}{16}$ } ist. Da jedoch unter

den in der Natur vorkommenden kiesel-sauren Verbindungen diejenigen zu den häufigeren gehören, in welchen der Sauerstoff der Kieselsäure das Dreifache ist von dem Sauerstoff der Basis, so betrachten dieses einige Chemiker, namentlich Berzelius, als einen Wink, dass man solche Verbindungen als neutrale zu betrachten und mithin in der Kieselsäure, gerade wie in der Schwefelsäure, 3 Atome Sauerstoff auf 1 At. Radical anzunehmen habe. Hiezu kommt, dass es in der Natur ein sehr verbreitetes Doppelsalz, den *Feldspath*, gibt, in welchem die Kieselsäure mit denselben Basen verbunden ist, wie in dem Alaun, und welches dem wasserfreien Alaun ganz analog zusammengesetzt ist, indem der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem Sauerstoff der beiden Basen, Kali und Alaunerde, in dem *Feldspath* in demselben Verhältniss steht, wie der Sauerstoff der Schwefelsäure zu dem Sauerstoff derselben Basen in dem wasserfreien Alaun, so dass letzterer, wenn man für den Schwefel, Silicium, und zwar so viel Silicium setzt, dass dasselbe mit dem Sauerstoff der Schwefelsäure, Kieselsäure bildet, die übrigen Bestandtheile aber unverändert lässt, zu *Feldspath* wird. — Hierinn glauben nun diese Chemiker eine Analogie der Kieselsäure mit der Schwefelsäure und mithin eine weitere Veranlassung zu erblicken, in der Kieselsäure 3 At. Sauerstoff anzunehmen. In dieser Voraussetzung ist dann das Atom des Siliciums = $\frac{22.4}{44.8}$ } für

den Sauerstoff = $\frac{8}{16}$ } , denn es verhält sich $48.3 : \frac{51.7}{3}$

= 1 Atom Silicium = $\frac{22.4}{44.8}$ } : 1 Atom Sauerstoff = $\frac{8}{16}$ }

Da die Kieselsäure die eigentliche Säure des Mineral-

reichs ist, indem die meisten in dem Mineralreich vorkommenden Salze, kiesel-saure Salze sind, so würde es für die Mineralogie kein unbedeutender Gewinn seyn, wenn sich mit grösserer Sicherheit entscheiden liesse, wie viele Atome Sauerstoff die Kieselsäure enthält. Die Benennung der kiesel-sauren Salze muss natürlich sehr verschieden ausfallen, je nachdem man in der Kieselsäure 1 oder 3, oder irgend eine andere Anzahl von Atomen Sauerstoff annimmt. Ich will dieses an dem so eben angeführten Beispiel zeigen. Der Feldspath besteht aus Kieselsäure, Alaunerde und Kali: setzt man die Menge des Sauerstoffs, welche das Kali enthält, = 1, so ist die Sauerstoffmenge der Alaunerde = 3, der Kieselsäure = 12. Wir wollen hier als entschieden annehmen, dass sowohl Kali als Alaunerde auf 1 Atom Metall 1 Atom Sauerstoff enthalten. Enthält nun die Kieselsäure ebenfalls auf 1 At. Radical, 1 At. Sauerstoff, so hat man im Ganzen 1 At. Kali, 3 At. Alaunerde, und 12 Atome Kieselsäure. Vertheilt man nun die Kieselsäure gleichförmig unter die beiden Basen, so besteht der Feldspath aus 1 At. dreifach kiesel-saurem Kali + 3 At. dreifach kiesel-saurer Alaunerde, d. h. aus zwei sauren Salzen, deren jedes auf 1 Atom Basis 3 Atome Säure enthält. Besteht dagegen die Kieselsäure aus 1 At. Radical und 3 At. Sauerstoff, so erfordert 1 At. Kali, 3 Atome von den 12 At. Sauerstoff der Kieselsäure, um 1 At. einfach kiesel-saures Kali zu bilden, und 3 At. Alaunerde erfordern die übrigen 9 Atome Sauerstoff der Kieselsäure, um 3 At. einfach kiesel-saure Alaunerde zu bilden. Der Feldspath besteht daher in diesem Fall aus 1 At. einfach kiesel-saurem Kali + 3 At. einfach kiesel-saurer Alaunerde.

Chrom. Cr. — Ich habe oben die Gründe angegeben, aus welchen die Chromsäure als eine Verbindung von 1 At. Chrom und 3 At. Sauerstoff betrachtet wird. Das Chromoxydul ist dann entweder $\text{Cr} + 1\frac{1}{2}\text{O}$ oder $2\text{Cr} + 3\text{O}$. Aus

der bekannten Zusammensetzung einer dieser Verbindungen ergibt sich das Atomgewicht des Chroms.

Vanadin. V. — Der Sauerstoff des Vanadinoxids verhält sich zu dem der Vanadinsäure = 2 : 3. Letztere enthält in ihren neutralen Salzen 3 mal den Sauerstoff der Basis; sie ist daher $V+3O$, und damit das Atomgewicht des Vanadins bestimmt.

Molybdän. Mo. — Die Molybdänsäure ist aus den gleichen Gründen als $Mo+3O$ zu betrachten.

Wolfram. W. — Auch die Wolframsäure ist $W+3O$.

Antimon. Sb. — Das Antimon verbindet sich in seinen verschiedenen Oxydationsstufen mit dem Sauerstoff in dem Verhältniss von $1\frac{1}{2} : 2 : 2\frac{1}{2}$; das Antimonoxyd kann daher durch $Sb+1\frac{1}{2}O$, die Antimonsäure durch $Sb+2\frac{1}{2}O$ bezeichnet werden. Die atomistische Ansicht nöthigt zu der Bezeichnung: $2Sb+3O$ für das Antimonoxyd, und $2Sb+5O$ für die Antimonsäure, welche letztere somit eine analoge Zusammensetzung hat mit der Unterschwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Chlorsäure. Beide Bestimmungsarten geben mithin, in Beziehung auf das Atomgewicht des Sauerstoffs, das Atomgewicht des Antimons gleich gross. Letzteres findet man aus der bekannten Zusammensetzung irgend einer Sauerstoffverbindung des Antimons. Es ist = $\left. \begin{array}{l} 64.57 \\ 129.14 \end{array} \right\}$

für das Atomgewicht des Sauerstoffs = $\left. \begin{array}{l} 8 \\ 16 \end{array} \right\}$.

Tellur. Te. — Das Tellur bildet mit Sauerstoff zwei Säuren, die *tellurige Säure* und die *Tellursäure*; in letzterer nimmt das Metall anderthalbmal so viel Sauerstoff auf als in ersterer. Wenn daher die Tellursäure $Te+3O$ ist, so ist die tellurige Säure $Te+2O$. — Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Tellur mit Sauerstoff auch noch eine niedrigere Oxydationsstufe bilde, da es ein Chlortellur gibt, welches einer Sauerstoffverbindung des Tellurs entspricht,

die weniger Sauerstoff als die tellurige Säure enthält. Die Tellursäure besteht aus 72.78 Tellur und 27.22 Sauerstoff; das Atomgewicht des Tellurs verhält sich mithin zu dem des Sauerstoffs = $72.78 : \frac{27.22}{3}$, und es ist daher = 64.2 }
 128.4 }

für das Atomgewicht des Sauerstoffs = 8 }
 16 }

Tantal. Ta. — Die Sauerstoffmengen der Oxyde des Tantals verhalten sich = 2 : 3; die einfachste Annahme ist daher, die niedrigere Oxydationsstufe als $Ta + 2O$, die höhere als $Ta + 3O$ zu betrachten. Da aber die Tantalsäure eine sehr schwache Säure ist, und wenig Sauerstoff enthält, so betrachtet sie Berzelius als $2Ta + 3O$, wornach das Atomgewicht des Tantals auf die Hälfte heruntersgesetzt wird. Da die Tantalsäure aus 88.5 Tantal und 11.5 Sauerstoff besteht, so ist das Atomgewicht des Tantals nach der ersten Hypothese = 184 } für Sauerstoff = 8 }
 368 } 16 }, nach der zweiten nur halb so gross.

Titan. Ti. — Aus der Analogie der Titansäure mit dem ihr isomorphen Zinnoxid (Zinnsäure), und weil die Existenz einer niedrigeren Oxydationsstufe des Titans nicht zu bezweifeln ist, folgert man, dass auch die Titansäure 2 Atome Sauerstoff enthalte, d. h. $Ti + 2O$ sey. Aus der bekannten Zusammensetzung dieser Säure ergibt sich das Atomgewicht des Titans = 24.3 } für Sauerstoff = 8 }
 48.7 } 16 }

Gold. Au. — Die Sauerstoffmengen der zwei bekannten Goldoxyde verhalten sich = 1 : 3, sie können also $Au + O$ und $Au + 3O$ seyn. Da jedoch die niederste Oxydationsstufe nur ein Suboxyd ist, so nehmen einige Chemiker an, dass sie $3Au + O$, und die höhere $Au + O$ sey. Wieder Andere nehmen an, dass die niederste Oxydationsstufe $2Au + O$, die höchste $2Au + 3O$ sey, weil das Goldoxyd wie eine schwa-

che Säure und nicht wie eine Salzbasis sich verhält, und weil, wenn das Atom des Goldoxyds auf diese letztere Weise bestimmt wird, das Gewicht desselben mit dem oben erwähnten, von Dulong und Petit entdeckten Gesetz übereinstimmt. Das Gewicht eines Atoms Gold ist nach der zuletzt angeführten Voraussetzung = $99.5 \left. \vphantom{\begin{matrix} 99.5 \\ 199.0 \end{matrix}} \right\}$ für Sauerstoff = $8 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.
 $199.0 \left. \vphantom{\begin{matrix} 99.5 \\ 199.0 \end{matrix}} \right\}$ $16 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.

Osmium. Os. — Das Osmium bildet nach Berzelius fünf verschiedene Verbindungen mit dem Sauerstoff, in welchen sich die Sauerstoffmengen verhalten = $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 3 : 4$. Demnach ist anzunehmen, dass sich 1 Atom Osmium mit 1, mit $1\frac{1}{2}$ (oder 2 Atome Osmium mit 3), mit 2, 3, 4 At. Sauerstoff verbinde. Ein Atom Osmium wiegt dann $99.7 \left. \vphantom{\begin{matrix} 99.7 \\ 199.4 \end{matrix}} \right\}$, wenn 1 At. Sauerstoff = $8 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.
 $199.4 \left. \vphantom{\begin{matrix} 99.7 \\ 199.4 \end{matrix}} \right\}$ $16 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.

Iridium. Ir. — Die Sauerstoffmengen der 4 Iridiumoxyde verhalten sich nach Berzelius = $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 3$. Sie sind daher $\text{Ir} + \text{O}$, $\text{Ir} + 1\frac{1}{2}\text{O}$ (oder $2\text{Ir} + 3\text{O}$), $\text{Ir} + 2\text{O}$, $\text{Ir} + 3\text{O}$. Das Atom des Iridiums ist dem des Osmiums beinahe gleich, nemlich $98.8 \left. \vphantom{\begin{matrix} 98.8 \\ 197.6 \end{matrix}} \right\}$ für Sauerstoff = $8 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.
 $197.6 \left. \vphantom{\begin{matrix} 98.8 \\ 197.6 \end{matrix}} \right\}$ $16 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.

Rhodium. R. — Das Rhodium bildet nach Berzelius 2 Oxyde, deren Sauerstoffmengen sich wie $1 : 1\frac{1}{2}$ verhalten. Das eine Oxyd ist $\text{R} + \text{O}$, das andere $\text{R} + 1\frac{1}{2}\text{O}$ oder $2\text{R} + 3\text{O}$. Das Gewicht eines Atoms Rhodium wird dann $52.2 \left. \vphantom{\begin{matrix} 52.2 \\ 104.4 \end{matrix}} \right\}$ für Sauerstoff = $8 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.
 $104.4 \left. \vphantom{\begin{matrix} 52.2 \\ 104.4 \end{matrix}} \right\}$ $16 \left. \vphantom{\begin{matrix} 8 \\ 16 \end{matrix}} \right\}$.

Platin. Pt. — Die Sauerstoffmengen des Platinoxyduls und des Platinoxids verhalten sich = $1 : 2$. Ist ersteres $2\text{Pt} + \text{O}$, so ist letzteres $\text{Pt} + \text{O}$; ist dagegen ersteres $\text{Pt} + \text{O}$, so ist letzteres $\text{Pt} + 2\text{O}$. Es ist klar, dass die letztere Voraussetzung das Atomgewicht des Platins doppelt so gross gibt

gibt als die erstere. Es ist = $\left. \begin{array}{l} 98.8 \\ 197.6 \end{array} \right\}$ für Sauerstoff = $\left. \begin{array}{l} 8 \\ 16 \end{array} \right\}$

und wenn das Platinoxydul = $\text{Pt} + \text{O}$ angenommen wird.

Palladium. Pd. — Die Sauerstoffmengen des Palladiumoxyduls und des Palladiumoxyds verhalten sich = 1 : 2. Ersteres, die eigentliche Salzbasis, ist $\text{Pd} + \text{O}$, letzteres $\text{Pd} + 2\text{O}$. Das Gewicht eines Atoms Palladium ist = $\left. \begin{array}{l} 53.3 \\ 106.6 \end{array} \right\}$

für Sauerstoff = $\left. \begin{array}{l} 8 \\ 16 \end{array} \right\}$.

Quecksilber. Hg. — Die Sauerstoffmengen der beiden Quecksilberoxyde verhalten sich = 1 : 2. Das Quecksilberoxyd, als die stärkste Salzbasis, wird als $\text{Hg} + \text{O}$ betrachtet; das Quecksilberoxydul ist dann $2\text{Hg} + \text{O}$, was auch damit übereinstimmt, dass es sich so leicht in Quecksilber und Quecksilberoxyd, d. h. in Hg und $\text{Hg} + \text{O}$ zersetzt: das Atom des Quecksilbers ist dann $\left. \begin{array}{l} 101 \\ 202 \end{array} \right\}$ für Sauerstoff = $\left. \begin{array}{l} 8 \\ 16 \end{array} \right\}$.

Silber. Ag. — Das Silber bildet mit Sauerstoff eine einzige, aber starke Salzbasis, die man als $\text{Ag} + \text{O}$ betrachtet. Das Atom des Silbers ist demnach, da das Silberoxyd aus 93.10 Silber und 6.90 Sauerstoff besteht, = $\left. \begin{array}{l} 108 \\ 216 \end{array} \right\}$ für Sauerstoff = $\left. \begin{array}{l} 8 \\ 16 \end{array} \right\}$.

Kupfer. Cu. — Die Sauerstoffmengen der beiden Kupferoxyde verhalten sich = 1 : 2. Da das Kupferoxyd die eigentliche Salzbasis ist und das Kupferoxydul mehr die Rolle eines Suboxyds spielt, da ferner das Kupferoxyd dem Eisenoxydul isomorph ist, so schliesst man, dass das Kupferoxyd $\text{Cu} + \text{O}$, mithin das Kupferoxydul $2\text{Cu} + \text{O}$ sey. Das Atomgewicht des Kupfers ist dann = $\left. \begin{array}{l} 32 \\ 64 \end{array} \right\}$ für Sauerstoff = $\left. \begin{array}{l} 8 \\ 16 \end{array} \right\}$.

Uran. U. — Die Sauerstoffmengen der Uranoxyde ver-

halten sich = $1 : 1\frac{1}{2}$, das Oxydul ist daher $U + O$, das Oxyd $U + 1\frac{1}{2}O$, oder $2U + 3O$. Das Atomgewicht des Urans, (das höchste aller Atomgewichte, weil das Uranoxydul eine sehr geringe Menge Sauerstoff enthält) ist = $\frac{217}{434}$ für Sauerstoff = $\frac{8}{16}$.

Wissmuth. Bi. — Man kennt zwei Oxyde des Wissmuths, ein Oxyd und ein Superoxyd, deren Sauerstoffmengen sich = $1 : 1\frac{1}{2}$ verhalten; das Wissmuthoxyd ist daher $Bi + O$, das Superoxyd $2Bi + 3O$. Das Oxyd besteht aus 89.86 Wissmuth und 10.14 Sauerstoff; das Atomgewicht des Wissmuths ist daher = $\frac{71}{142}$ für Sauerstoff = $\frac{8}{16}$.

Zinn. Sn. — Die Sauerstoffmengen der Oxyde des Zinns verhalten sich = $1 : 2$. Das Zinnoxydul ist die eigentliche Salzbasis, es ist daher $Sn + O$ und das Zinnoxyd $Sn + 2O$. Diese Voraussetzung stimmt auch mit dem von Dulong und Petit entdeckten Gesetz so wie damit überein, dass das Zinnoxyd in seinen Verbindungen als eine schwache Säure auftritt. Das Atomgewicht des Zinns wird dann = $\frac{59}{118}$ für Sauerstoff = $\frac{8}{16}$.

Blei. Pb. — Die Sauerstoffmengen der Oxyde des Bleis verhalten sich = $1 : 1\frac{1}{2} : 2$; die niedrigste Oxydationsstufe ist die einzige, und zwar eine sehr ausgezeichnete Salzbasis, die beiden höheren sind Superoxyde. Erstere ist daher $Pb + O$, die letzteren $Pb + 1\frac{1}{2}O$ (oder $2Pb + 3O$) und $Pb + 2O$. Das Atomgewicht des Bleis ist = $\frac{103.5}{207.0}$ für Sauerstoff = $\frac{8}{16}$.

Cadmium. Cd. — Das Cadmium hat ein einziges Oxyd, welches eine starke Salzbasis und daher $Cd + O$ ist. Es besteht aus 87.5 Cadmium und 12.5 Sauerstoff. Das Atom des Cadmiums ist daher = $\frac{56}{112}$ für Sauerstoff = $\frac{8}{16}$.

Zink. Zn. — Von dem Zink ist ein einziges Oxyd mit Sicherheit gekannt, welches eine starke Salzbasis und daher $Zn + O$ ist. Es enthält 80.1 Th. Zink und 19.9 Th. Sauerstoff. Das Atomgewicht des Zinks ist daher = 32.2 } für
64.4 }

Sauerstoff = 8 }
16 }

Kobalt. Co. — Die Sauerstoffmenge des Kobaltoxyds verhält sich zu der des Kobalt-superoxyds = 1 : 1½. Ersteres, als starke Salzbasis, ist $Co + O$, letzteres $Co + 1½ O$ oder $2Co + 3O$. Das Atomgewicht des Kobalts ist = 29.5 }
59 }

für Sauerstoff = 8 }
16 }

Nickel. Ni. — Das Atomgewicht des Nickels wird nach denselben Grundsätzen bestimmt, wie das des Kobalts. Es ist eben so gross, wie das des Kobalts, was bei der grossen chemischen Analogie beider Metalle sehr bemerkenswerth ist.

Eisen. Fe. — Die Sauerstoffmengen der beiden Eisenoxyde verhalten sich wie 1 : 1½. Ersteres, als stärkste Salzbasis, ist $Fe + O$, letzteres $Fe + 1½ O$ oder $2Fe + 3O$. Das Atom des Eisens ist = 27.16 } für Sauerstoff = 8 }
54.32 } 16 }

Mangan. Mn. — Die Sauerstoffmengen des Manganoxyduls, Oxyds, Superoxyds und der Mangansäuren verhalten sich = 1 : 1½ : 2 : 3 : 3½. Das Oxydul, als stärkste Salzbasis, ist $Mn + O$, die darauf folgenden Sauerstoffverbindungen sind: $Mn + 1½ O$ (oder $2Mn + 3O$), $Mn + 2O$, $Mn + 3O$, und $Mn + 3½ O$ (oder $2Mn + 7O$). Da das Manganoxydul aus 78.07 Mangan und 21.93 Sauerstoff besteht, so ist das Atomgewicht des Mangans = 28.5 } für Sauerstoff = 8 }
57 } 16 }

Cerium. Ce. — Die Sauerstoffmengen der Ceriumoxyde verhalten sich = 1 : 1½. Das Oxydul, die stärkste Salzbasis, ist daher $Ce + O$, das Oxyd $Ce + 1\frac{1}{2}O$ oder $2Ce + 3O$. Das Atom des Ceriums ist = 46 } für Sauerstoff = 8 }
92 } 16 }

Aluminium. Al. — Dieses Metall hat ein einziges Oxyd, die Alaunerde. Wenn man daher auf keine anderweitigen Verhältnisse Rücksicht nimmt, so wird man die Alaunerde, zumal da sie Salzbasis ist, als $Al + O$ betrachten. Das Atomgewicht des Aluminiums ist dann, da die Alaunerde 46.7047 proc. Sauerstoff und 53.2953 proc. Metall enthält = 9.13 }
18.26 }

für Sauerstoff = 8 } Da jedoch die Alaunerde dem Eisen-
16 } oxyd isomorph ist, so nimmt Berzelius an, dass auch sie, wie dieses, 2 Atome Metall auf 3 Atome Sauerstoff enthalte. Man hat dann die Gleichung : 53.2953 : 46.7047 = 2 Atome Aluminium : 3 At. Sauerstoff } ; 2 Atome Aluminium werden da-
3 × 8 } her = 27.39 für Sauerstoff = 8, und das Atomgewicht des Aluminiums = 13.69 } für Sauerstoff = 8 }
27.39 } 16 }

Zirconium. Zr. — Die Zirkonerde ist die einzige Verbindung des Zirconiums mit Sauerstoff und zugleich Salzbasis; man betrachtet sie daher gewöhnlich als $Zr + O$. Da sie aus 73.68 Metall und 26.32 Sauerstoff besteht, so ist das Atomgewicht des Zirconiums = 22.4 } für Sauerstoff = 8 }
44.8 } 16 }

Berzelius dagegen findet in der Analogie der Verbindungen des Fluorzirconiums, Fluoraluminiums und Eisenfluorids mit Fluorkalium eine Andeutung, die Zirkonerde ebenso als $2Zr + 3O$ zu betrachten, wie nach ihm die Alaunerde $2Al + 3O$, und namentlich das Eisenoxyd $2Fe + 3O$ ist. Hiernach würde das Atomgewicht des Zirconiums

= 33.6 } für Sauerstoff = 8 }
67.2 } 16 }

Thorium. Th. — Die Thorerde besteht nach Berzelius aus 88.16 Th. Thorium und 11.84 Th. Sauerstoff. Wenn sie $\text{Th} + \text{O}$ ist, so ist das Atomgewicht des Thoriums

= 59.6 } für Sauerstoff = 8 }
119.2 } 16 }

Yttrium. Y. — Dass die Yttererde $\text{Y} + \text{O}$ sey, ist um so bestimmter anzunehmen, als diese Erde mit dem Ceroxydul die grösste Analogie hat. Das Atom des Yttriums wird dann = 32 } für Sauerstoff = 8 }
64 } 16 }

Beryllium. Be. — Die Beryllerde besteht aus 68.83 Beryllium und 31.17 Sauerstoff. Wenn sie $\text{Be} + \text{O}$ ist, so ist das Atom des Berylliums = 17.7 } für Sauerstoff = 8 }
35.4 } 16 }

Ist aber, nach der Vermuthung von Berzelius, die Beryllerde $2\text{Be} + 3\text{O}$, so ist das Atom des Berylliums = 26.5 }
53 }
für Sauerstoff = 8 }
16 }

Die Atomgewichte der Metalle der eigentlichen Alkalien, nemlich der Bittererde, des Kalks, Strontians, Baryts, Lithions, Natrons, Kalis, werden von den meisten Chemikern nach der Voraussetzung bestimmt, dass diese Salzbasen aus 1 Atom Radical und 1 Atom Sauerstoff bestehen. Man erhält dann folgende Zahlen, wenn das Atomgewicht des Sauerstoffs = 8 } gesetzt wird:
16 }

Magnesium 12.66 {, Calcium 20.5 }, Strontium 44 }, Bari-
25.33 { 41 } 88 }
um 68.6 }, Lithium 6.43 }, Natrium 23.3 }, Kalium 39.1 }
137.2 } 12.86 } 46.6 } 78.2 }

Früher hatte Berzelius angenommen, dass alle diese Al-

kalien aus 1 At. Metall und 2 At. Sauerstoff bestehen. Da nun in ihren neutralen schwefelsauren Salzen z. B., der Sauerstoff der Säure das Dreifache ist von dem Sauerstoff der Basis, so musste angenommen werden, dass 2 Atome Schwefelsäure mit 1 Atom Basis verbunden seyen, sofern 1 At. Schwefelsäure 3 At. Sauerstoff enthält. Die neutralen schwefelsauren Salze mussten daher als *doppelschwefelsaure* Salze betrachtet werden. — Dasselbe gilt von den als neutral betrachteten Verbindungen dieser Salzbasen mit andern Säuren.

Wir haben die Atomgewichte aller Elemente, mit Ausnahme des Fluors, aus deren Verbindungen mit dem Sauerstoff vorzugsweise bestimmt, und wirklich sind diese Verbindungen hierzu schon aus dem Grunde die geeignetsten, weil, mit Ausnahme des Fluors, der Sauerstoff sich mit allen Elementen, mit den meisten sogar in verschiedenen Verhältnissen, zu verbinden fähig ist, und die meisten dieser Verbindungen sehr genau gekannt sind.

Für denselben Zweck könnten wir uns aber auch anderer Elemente als des Sauerstoffs bedienen, namentlich solcher, die, wie das Chlor, gleichfalls mit fast allen Elementen Verbindungen eingehen. Wegen der Häufigkeit seiner Verbindungen mit andern Elementen würde das Chlor dem Sauerstoff in Absicht auf Brauchbarkeit für diesen Zweck kaum nachstehen; da jedoch der Sauerstoff so viele Säuren und Salzbasen bildet, und da die Zusammensetzung der neutralen Salze, welche diese Säuren und Basen mit einander bilden, wie wir gesehen haben, ein so brauchbares Merkmal an die Hand gibt, die relative Anzahl von Atomen in einigen Verbindungen zu erkennen, so muss den Sauerstoffverbindungen vor allen übrigen der Vorzug bei der Bestimmung der Atomgewichte der Elemente eingeräumt werden. Es versteht sich übrigens von selbst, dass wenn einmal das Atomgewicht eines Elements bestimmt ist, und man

die relative Anzahl von Atomen in einer Verbindung, welche dieses Element mit einem andern bildet, kennt, das Atomgewicht dieses letztern Elements eben so gut aus dieser Verbindung als aus der Sauerstoffverbindung desselben bestimmt werden kann. Wenn z. B. das Atomgewicht des Chlors in Beziehung auf den Sauerstoff bestimmt ist, wenn ferner bekannt ist, wie viele Atome Chlor mit einem Atom Kalium in dem Chlorkalium verbunden sind, so lässt sich aus der Analyse des Chlorkaliums das Atomgewicht des Kaliums bestimmen, welches dann also auch in Beziehung auf den Sauerstoff bestimmt ist. Wenn daher, was wirklich der Fall ist, die Analyse des Chlorkaliums mit grösserer Genauigkeit gemacht werden kann, als die des Kalis, so wird man das Atom des Kaliums aus dem Chlorkalium, nicht aus dem Kali, bestimmen.

Rückblick.

Das *relative* Gewicht der Atome (Mischungsgewichte) der verschiedenen Elemente — und blos dieses relative, nicht das absolute Gewicht kann und soll, wie oben gezeigt wurde, bestimmt werden — hängt, wie wir gesehen haben, wesentlich allein davon ab, *wie viele* Atome eines jeden Elements in einer aus zwei Elementen bestehenden Verbindung, deren Zusammensetzung bekannt ist, angenommen werden. Die Alaunerde z. B. besteht aus 53.3 Aluminium und 46.7 Sauerstoff. Setzt man das Atom des Sauerstoffs = 8, und nimmt man in der Alaunerde 1 At. Metall auf 1 At. Sauerstoff an, so findet man das Atom des Aluminiums = 9.13. Nimmt man dagegen an, dass die Alaunerde aus 2 At. Metall auf 3 At. Sauerstoff bestehe und setzt man das Atom des Sauerstoffs wieder = 8, so wird das Atom des Aluminiums $\frac{2}{3} \times (9.13) = 13.69$.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Atome der Ele-

mente nach zweierlei Hypothesen berechnet. Die erste dieser Hypothesen liegt den Zahlenbestimmungen der englischen Chemiker, namentlich Wollaston's in seiner Tafel der chemischen Aequivalente, so wie denen, welche sich in dem Handbuch der theoretischen Chemie von Leopold Gmein finden, zu Grunde; auf die zweite beziehen sich die Bestimmungen in dem Lehrbuch der Chemie von Berzelius.

Die erste dieser Voraussetzungen beruht auf folgenden Grundsätzen:

1) Das Wasser, die innigste Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, wird als eine Verbindung von 1 At. Wasserstoff mit 1 At. Sauerstoff betrachtet.

2) Jede stärkere Salzbasis wird als eine Verbindung von 1 At. Radical mit 1 At. Sauerstoff betrachtet. Bildet ein Metall mit Sauerstoff nur eine einzige Salzbasis, so wird auch diese als eine Verbindung von 1 At. Radical mit 1 At. Sauerstoff betrachtet, sie mag übrigens eine starke oder eine schwache Salzbasis seyn.

3) Bildet ein Radical mit Sauerstoff nur eine einzige Verbindung, welche die Natur einer Säure hat, so wird diese Säure als eine Verbindung von 1 At. Radical mit 1 At. Sauerstoff betrachtet, *wenn nicht ein anderer Umstand dagegen spricht*. So wird die Kieselsäure nicht aber die Borsäure, als eine Verbindung von 1 At. Radical mit 1 At. Sauerstoff betrachtet (vergl. S. 524. 525).

4) Jede Verbindung eines Metalls mit Chlor und den dem Chlor verwandten Elementen, welche der stärksten Salzbasis, oder, wenn das Metall nur eine Salzbasis mit Sauerstoff bildet, der einzigen Salzbasis dieses Metalls entspricht, d. h. welche so zusammengesetzt ist, dass wenn durch Wasserzersetzung das Metall in diese Basis verwandelt wird, der Wasserstoff des Wassers den mit dem Metall verbundenen Körper in die gewöhnliche Wasserstoffsäure

verwandelt, wird als eine Verbindung von einem Atom der beiden Elemente betrachtet. So werden Chlorkalium, so wie dasjenige Chloreisen, welches durch Wasserersetzung in salzsaures Eisenoxydul, ebenso dasjenige Chlorquecksilber, welches durch Wasserersetzung in salzsaures Quecksilberoxyd verwandelt wird, als Verbindungen von 1 At. Chlor mit 1 At. Metall betrachtet, weil das Eisenoxydul und das Quecksilberoxyd die stärksten Salzbasen sind, welche diese Metalle mit Sauerstoff bilden, und aus 1 At. Metall und 1 At. Sauerstoff bestehen. Hieraus folgt dann zugleich, dass die gewöhnlichen Wasserstoffsäuren selbst, welche das Chlor und die ihm verwandten Körper bilden, als Verbindungen von 1 At. Radical mit 1 At. Wasserstoff betrachtet werden müssen; denn Chlorkalium z. B. besteht aus 1 At. Chlor und 1 At. Kalium; durch Wasserersetzung gibt es chlorwasserstoffsäures Kali, wobei das Kalium 1 At. Sauerstoff, und mithin das Chlor 1 At. Wasserstoff aufnimmt, da das Wasser aus 1 At. Sauerstoff und 1 At. Wasserstoff besteht.

5) Wenn ein elektropositives Element sich mit einem elektronegativen in verschiedenen Verhältnissen verbindet, so wird in der Regel, wenn nemlich kein anderer Umstand, namentlich n^o. 2. und n^o. 6. dagegen spricht, in allen Verbindungen das elektropositive Element zu *einem* Atom angenommen, und die Verhältnismengen des elektronegativen Elementes auf das einfachste Zahlenverhältniss gebracht. Diese Zahlen stellen dann die Anzahl der Atome des negativen Elements vor.

6) Diejenigen Salze, welche man Ursache hat als neutrale anzusehen, werden als Verbindungen von 1 Atom Säure mit 1 Atom Basis betrachtet, und hieraus folgt nothwendig, dass man in der Säure so viele Atome Sauerstoff annehmen muss, als die Zahl besagt, welche angibt, wie vielmal der Sauerstoff der Säure den Sauerstoff der Basis, welche sie sättigt, enthält, weil, wenn man eine grössere oder geringere Anzahl von Sauerstoffatomen in der Säure annehmen

würde, diese letztere zu weniger oder zu mehr, als zu einem Atom in die Verbindung einginge.

Der Stickstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff in 5 Verhältnissen, die auf das einfachste Zahlenverhältniss gebracht, durch die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5 dargestellt werden. Man nimmt daher (mit Hintansetzung der Berücksichtigung des Umstandes, dass in der That das Stickoxydgas, nicht das Stickoxydulgas, die innigste Verbindung zwischen Stickstoff und Sauerstoff ist) an, dass das Stickoxydul $1N + 1O$, die Salpetersäure $1N + 5O$ sei. Zu dieser Annahme wird man aber ausserdem durch die Annahme n°. 6. veranlasst. In den neutralen salpetersauren Salzen ist nemlich der Sauerstoff der Säure das Fünffache von dem der Basis. Würde man daher in der Salpetersäure z. B. nur 1 Atom Sauerstoff annehmen, so würden 5 At. Salpetersäure erfordert werden, um mit 1 At. Kali, welches nur 1 At. Sauerstoff enthält, neutrales salpetersaures Kali zu bilden. N°. 6 entscheidet daher für die Anzahl der Atome des Sauerstoffs, und n°. 5 lässt man für die Anzahl der Atome des Stickstoffs entscheiden. Die Annahme, welche die zweite Hypothese macht, dass das Stickoxydulgas nicht $N + O$ sondern $2N + O$ sei, leistet übrigens der Forderung, dass 1 Atom der Salpetersäure 5 At. Sauerstoff enthalten muss, gleichfalls Genüge; das Atom der Salpetersäure wird dann $2N + 5O$, statt $N + 5O$.

Der Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff in Verhältnissen, welche auf das einfachste Zahlenverhältniss gebracht, durch die Zahlen 1, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 dargestellt werden. Die Unterschwefelsäure würde durch $S + 2\frac{1}{2}O$ bezeichnet werden können, da diese Hypothese, welche sich um die atomistische Ansicht nicht kümmert, und blos der Kürze wegen das Wort *Atom* statt des Wortes *Mischungsgewicht* gebraucht, halbe Atome gestattet. Aber in den neutralen unterschwefelsauren Salzen ist der Sauerstoff der Säure das

Fünffache von dem Sauerstoff der Basis. Desswegen ist nach n°. 6 die Unterschwefelsäure $2S + 5O$ und es wird in diesem Fall n°. 5 nicht berücksichtigt.

Der Phosphor verbindet sich in der phosphorigen- und Phosphor-Säure in Verhältnissen, die durch $1\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$, oder durch 3 und 5 dargestellt werden. Hier nimmt man auch wirklich in der Phosphorsäure 1 At. Phosphor und $2\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff, nicht 2 At. Phosphor und 5 At. Sauerstoff an, weil in den als neutral betrachteten phosphorsauren Salzen der Sauerstoff der Säure das $2\frac{1}{2}$ fache von dem der Basis ist.

Warum in der Borsäure 6, in der Kieselsäure 1 Atom Sauerstoff angenommen werden, ist oben (S. 524.525.) angegeben worden. — Die Sauerstoffmengen der Quecksilberoxyde verhalten sich = 1 : 2; nach n°. 5 sollte daher das Quecksilberoxydul durch $Hg + O$, das Oxyd durch $Hg + 2O$ bezeichnet werden. Da aber das Quecksilberoxyd die stärkste Salzbasis ist, so wird es nach n°. 2 als $Hg + O$ betrachtet, und das Oxydul muss daher durch $2Hg + O$ (gegen n°. 5) bezeichnet werden. Aus demselben Grunde wird das Kupferoxyd durch $Cu + O$, das Kupferoxydul durch $2Cu + O$ bezeichnet. Und so wie das Quecksilberoxyd $Hg + O$ ist, so ist auch das demselben entsprechende Chlorquecksilber (der Sublimat) $Hg + Cl$ d. h. Einfach-Chlorquecksilber, das dem Oxydul entsprechende Chlorquecksilber (Calomel) aber $2Hg + Cl$, oder $Hg + \frac{1}{2}Cl$, d. h. Halb-Chlorquecksilber.

Ausser den angeführten Umständen nimmt diese erste Hypothese auf keine weiteren Rücksicht; wenn sie sich auch der Kürze wegen des Wortes Atom bedient, so beachtet sie desswegen doch, wie ich schon bemerkt habe, die atomistische Theorie selbst nicht; sie lässt halbe, Drittelatome u. s. f. gelten. Ebenso wenig nimmt sie auf die Volumens-Verhältnisse, den Isomorphismus, auf das Verhältniss des Atomgewichts der Elemente zu ihrer specifischen Wärme u. s. f. Rücksicht.

Da diese Art, die Atomgewichte der Elemente zu bestimmen, auf ganz bestimmten, einfachen Voraussetzungen beruht, so hat sie vor der zweiten grosse Vorzüge durch die Gleichförmigkeit und Unwandelbarkeit der nach ihr gemachten Bestimmungen; die relative Grösse der Zahlen, welche die Atome der Elemente vorstellen, kann nur dadurch eine Aenderung erleiden, dass die Zusammensetzung einer Verbindung, welche zur Bestimmung des Atomgewichts eines Elements gebraucht wurde, vielleicht später richtiger bestimmt wird, ein Umstand, der auch auf jede andere Methode, die Atomgewichte zu bestimmen, den gleichen Einfluss ausübt.

Bei der *zweiten Art*, die Atomgewichte der Elemente zu bestimmen, hat man sich ein viel höheres Ziel gesteckt, damit aber die Bestimmung selbst mehr verwickelt und zum Theil unsicher gemacht. Man hält sich von der materiellen Existenz von Atomen überzeugt und sucht aus diesen die mechanische Constitution zusammengesetzter Körper abzuleiten; man ist z. B. überzeugt, dass das Atom der Schwefelsäure aus einem materiellen Schwefelatom, welches mit 3 materiellen Sauerstoffatomen durch Juxtaposition verbunden sey, bestehe, und dass die Verbindung dieser 3 Sauerstoffatome mit dem einen Schwefelatom eine solche sey, dass keine mechanische Gewalt sie zu trennen vermöge. Man benützt daher alle Umstände, aus welchen man auf die relative Anzahl der Atome in einer gegebenen Verbindung schliessen zu können glaubt; man glaubt namentlich voraussetzen zu dürfen, dass gleiche Maasse gasförmiger Elemente, bei gleichem Druck und gleicher Temperatur in der Regel auch eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten müssen, dass also das Wasser z. B. aus 2 Atomen Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff, das Stickoxydgas aus 1 At. Stickgas und 1 At. Sauerstoffgas, u. s. f. bestehe, wobei man jedoch die Annahme gestattet, dass ein zusammengesetztes Atom aus einem Doppelatom

eines jeden Elementes, oder allgemein, aus der doppelten Anzahl Atome eines jeden Elementes, also z. B. 1 Atom Salzsäure aus 2 At. Chlor und 2 At. Wasserstoff, ein Atom Ammoniak aus 2 At. Stickstoff und 6 At. Wasserstoff bestehen könne; kurz man nimmt in dieser Hypothese an, dass Volumen und Atom gleichbedeutend seyen, und dass, wenn es möglich wäre, alle Elemente in den gasförmigen Zustand zu versetzen, und in diesem Zustand zu messen und zu wägen, die Volumina der sich mit einander verbindenden Elemente wie die Anzahl ihrer Atome sich verhalten würden, dass also z. B., wenn das Aluminium oder Eisen in Gasform versetzt werden könnte, sich zeigen würde, dass 2 Maasse Aluminiumdampf mit 3 Maassen Sauerstoffgas zu Alaunerde, 1 Maass Eisendampf mit 1 Maass Sauerstoffgas zu Eisenoxydul, 2 Maasse Eisendampf mit 3 Maassen Sauerstoffgas zu Eisenoxyd sich verbinden würden, weil sich 2 Atome Aluminium mit 3 At. Sauerstoff, 2 At. Eisen mit 3 At. Sauerstoff verbinden u. s. f.

Diese Volumens-Verhältnisse können aber nur wenig benützt werden, da so wenige Elemente in gasförmigen Zustand versetzt und in diesem gemessen und gewogen werden können, und wenn gleich die Voraussetzung, dass gleich grosse Maasse gasförmiger Elemente eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten, als die einfachste erscheint, so ist sie doch, wie schon oben S. 502. angeführt wurde, nicht allgemein gültig, indem die nicht beständigen Gase der Elemente z. B. des Schwefels, Phosphors, bei gleichem Volumen, Druck u. s. f. entschieden nicht die gleiche Anzahl von Atomen enthalten, wie die permanenten Gase von Elementen, z. B. Sauerstoff. Die Hauptstütze der die Volumens-Verhältnisse der Elemente berücksichtigenden atomistischen Theorie ist somit gefallen. Uebrigens liegt in der atomistischen Theorie selbst durchaus kein nöthiger Grund für die Annahme, dass gleiche Volumina gasförmiger Elemente auch eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten müssen.

Ein zweiter Umstand, auf den man ein grosses Gewicht legt, ist der *Isomorphismus* der Körper. Aus der Gleichheit oder grossen Aehnlichkeit der Formen, welche zwei zusammengesetzte Verbindungen erster Ordnung, in welchen das eine Element das gleiche, das andere ein verschiedenes ist, entweder für sich selbst, oder in ihren entsprechenden, d. h. auf gleicher Stufe der Sättigung sich befindenden Verbindungen, mit einem dritten Körper zeigen, glaubt man auf eine gleiche relative Anzahl der Atome schliessen zu dürfen, weil nur unter dieser Voraussetzung der mechanische Bau, d. h. die Form, der gleiche seyn könne. So schliesst man aus dem Isomorphismus des Eisenoxyds und der Alaunerde auf eine gleiche relative Anzahl der Atome des Eisens, Aluminiums und Sauerstoffs in diesen beiden Oxyden, und da die Voraussetzung die wahrscheinlichste ist, dass das Eisenoxyd 3 At. Sauerstoff auf 2 At. Eisen enthalte, weil der Sauerstoff des Eisenoxyds das $1\frac{1}{2}$ fache ist von dem des Eisenoxyduls, so schliesst man, dass auch die Alaunerde 2 At. Metall auf 3 At. Sauerstoff enthalte. Auf gleiche Weise schliesst man aus dem Isomorphismus, den das arseniksaure und phosphorsaure Natron zeigt, wenn in beiden Salzen der Sauerstoff der Säure zu dem Sauerstoff der Basis und des Krystallisationswassers in dem gleichen Verhältniss steht, auf eine gleiche relative Anzahl von Atomen Arsenik, Phosphor und Sauerstoff in der Arseniksäure und Phosphorsäure, was auch, abgesehen von allem Isomorphismus, schon daraus zu erhellen scheint, dass die Sauerstoffmengen der arsenigen- und Arsenik-Säure, wie die der phosphorigen- und Phosphor-Säure, sich verhalten = $1\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2}$, oder = 3 : 5.

Ebenso glaubt man in zweifelhaften Fällen auf das von Dulong und Petit entdeckte Gesetz, betreffend die *Beziehung des Atomgewichts zu der specifischen Wärme* Rücksicht nehmen zu müssen, obgleich dieses Gesetz nicht immer mit andern Umständen übereinstimmt, durch die man sich

sonst bei der Bestimmung der relativen Anzahl der Atome leiten lässt.

In andern ganz zweifelhaften Fällen endlich lässt man sich durch zum Theil ziemlich unsichere Analogieen leiten, was jedoch auch bei der ersten der genannten Hypothesen bisweilen geschieht, und ich verweise in dieser Beziehung auf die oben angeführten Gewichtsbestimmungen der Atome gewisser Elemente, z. B. des Bors, Tantals u. s. f.

Dass in dieser zweiten Hypothese die Annahme halber Atome, überhaupt die Annahme von Theilen von Atomen nicht gestattet seyn könne, versteht sich von selbst.

Wenn man unbefangen den Werth dieser beiden angeführten Arten, die Atomgewichte der Elemente zu bestimmen, beurtheilt, so wird man der ersten vor der zweiten unbedingt den Vorzug geben müssen, insofern solche Bestimmungen nur dazu dienen sollen, einen leichten Ueberblick über die Zusammensetzung der Körper so wie über dasjenige zu erhalten, was bei den Einwirkungen verschiedener Körper auf einander, welche neuen Verbindungen das Daseyn geben, vorgeht. — Insofern man aber wirklich von der Existenz der Atome überzeugt ist, insofern man sich aus solchen materiellen Atomen die Körper aufgebaut vorstellen zu müssen glaubt, wird man die zweite Art, die Atomgewichte zu bestimmen, bei welcher auf alle möglichen Verhältnisse, welche über die bestimmte Anordnung dieses Baues Aufschluss geben können, Rücksicht genommen wird, der ersten vorziehen, ungeachtet bei dieser zweiten Art so viele Bestimmungen noch ganz unsicher sind, und durch fortgesetzte Untersuchungen, namentlich über das Gewicht mancher verdampfbaren Elemente in gasförmigem Zustand, über den Isomorphismus anderer, u. s. f. sich ändern können, wodurch leicht Verwirrung entstehen kann. Die Möglichkeit des Entstehens einer solchen Verwirrung würde aber allerdings keinen Grund abgeben, dieser zweiten Art, die Atom-

gewichte der Elemente zu bestimmen, nicht unbedingt den Vorzug vor der ersten einzuräumen, sobald ausgemachte Thatsachen eine bestimmte Andeutung geben würden, dass jene zweite Art wirklich das innere Wesen der Materie und der Verbindungen der Elemente unter einander enthülle: die Rücksicht auf grössere Einfachheit und bequemere Berechnung der Mischungsgewichte müsste dann natürlich einer solchen viel höheren Rücksicht weichen.

Diese Hoffnung, das Innere des Baues der Körper ergründen zu können, ist jedoch durch die Resultate der Untersuchungen über die specifische Schwere der Gase solcher Elemente, welche nur in höheren Temperaturen gasförmig bleiben, wie Schwefel, Phosphor u. s. f. bedeutend herabgestimmt worden. Aus diesen Resultaten hat sich ergeben, dass die Gase gewisser Elemente bei gleichem Volumen nicht immer auch die gleiche Anzahl von Atomen enthalten können, insofern man das Atomgewicht dieser Elemente zu Grunde legt, wie man es mit Berücksichtigung anderer, allem Anschein nach sehr gewichtiger, Thatsachen gefunden hat. Man hat z. B. allen Grund anzunehmen, dass die Schwefelsäure aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff besteht, und dass demnach (da die Schwefelsäure 40 Th. Schwefel auf 60 Th. Sauerstoff enthält) das Gewicht eines Atoms Schwefel = 200 ist, wenn das Gewicht eines Atoms Sauerstoff = 100 ist. Würde daher das Schwefelgas bei gleichem Volumen u. s. f. ebenso viele Atome Schwefel enthalten, als das Sauerstoffgas Sauerstoffatome enthält, so müsste sich die specifische Schwere des Schwefelgases zu der des Sauerstoffgases = 2 : 1, und nicht, wie die Erfahrung zeigt, = 6 : 1 verhalten. Das Schwefelgas enthält mithin, in obiger Voraussetzung, bei gleichem Volumen u. s. f. dreimal so viel Atome Schwefel, als das Sauerstoffgas Sauerstoffatome enthält.

Man könnte allerdings als Grundsatz aufstellen, dass gleiche Volumina gasförmiger Elemente immer auch die gleiche Anzahl

Anzahl von Atomen enthalten, und hiernach alles Uebrige bestimmen: aber damit wären dann alle übrigen Rücksichten, durch die man sich bei der Bestimmung des Atomgewichts leiten lässt, einer unerwiesenen Hypothese zu gefallen, aufgegeben. Wenn z. B. das Schwefelgas eben so viele Atome enthielte als das Sauerstoffgas, so müsste, da in diesem Fall das Atom des Schwefels dreimal so viel wägen würde, als es der gewöhnlichen Bestimmung gemäss wiegt, die Schwefelsäure nicht mehr aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff, sondern aus 1 At. Schwefel und 9 At. Sauerstoff bestehen; die unterschweflige Säure bestünde aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff, die schweflige Säure aus 1 At. Schwefel und 6 At. Sauerstoff, die Unterschwefelsäure aus 2 At. Schwefel und 15 At. Sauerstoff. Und da in den neutralen schwefelsauren Salzen z. B., der Sauerstoff der Schwefelsäure das Dreifache ist von dem Sauerstoff der Basis, so müsste angenommen werden entweder, dass 1 Atom der Basis dieser Salze aus 1 (oder mehreren) Atom Radical und 3 At. Sauerstoff bestehe, oder dass 1 Atom Schwefelsäure mit 3 Atomen Basis in den neutralen schwefelsauren Salzen verbunden sey, wenn man nemlich die Ansicht nicht aufgeben wollte, dass 1 Atom Basis dieser Salze aus 1 At. Radical und 1 At. Sauerstoff bestehe; in diesem letzteren Fall würden daher die sogenannten neutralen schwefelsauren Salze basische Salze seyn. — Nur dann, wenn die wichtigsten Thatsachen, welche man bei der Bestimmung des Gewichtes der Atome berücksichtigt, wie namentlich die Verhältnisse, in welchen sich ein Element mit verschiedenen Mengen eines andern Elements verbindet, der Isomorphismus, die Verhältnisse der specifischen Wärme u. s. f. — Thatsachen, welche sämmtlich mit der atomistischen Hypothese verknüpft seyn müssen — mit jener Hypothese, betreffend die Beziehung zwischen Volumen und Atom, welche in der atomistischen Ansicht als die einfachste erscheint, im Einklang stehen würden, d. h. wenn

alle jene Thatsachen zu dem gleichen Resultat hinsichtlich des Gewichts der Atome führen würden, zu welcher jene Hypothese führt, müssten wir der zweiten der oft genannten Voraussetzungen, als derjenigen, welche den innern Bau der Materie enthüllen würde, unbedingt den Vorzug vor der ersten einräumen. Dieses ist jedoch, wie wir gesehen haben, nicht der Fall, und es lässt sich daher von dem Verhältniss des specifischen Gewichts gasförmiger Elemente keine Anwendung auf die Bestimmung des Gewichts ihrer Atome machen. Vielmehr bleibt jetzt der atomistischen Ansicht kein anderer Ausweg übrig, als dass sie dieses Gewicht nach andern Rücksichten, welche entschiedene Thatsachen, namentlich die Verbindungsverhältnisse der Elemente, der Isomorphismus, die Sättigungs-Capacität der Säuren u. s. f. an die Hand geben, bestimmt: stehen dann die so gewonnenen Resultate mit der Hypothese, dass Volumen = Atom sey, nicht im Widerspruch, so nimmt man diese Hypothese für diese Fälle als richtig an; stehen aber jene Resultate mit ihr im Widerspruch, so modificirt man die Hypothese nach den, unabhängig von derselben gewonnenen, Resultaten, und nimmt z. B. an, dass das Schwefelgas nicht die gleiche, sondern eine dreimal so grosse Anzahl von Schwefelatomen enthalte, als das Sauerstoffgas Sauerstoffatome enthält.

Eine jede der beiden Bestimmungsarten der Atomgewichte der Elemente nach den beiden oft genannten Voraussetzungen hat ihre besonderen Vorzüge; die eine, welcher die erste Voraussetzung zu Grunde liegt, empfiehlt sich durch die Einfachheit, mit welcher sie das Gesetz des Mischungsgewichtes repräsentirt; die andere, welche sich auf die zweite Voraussetzung gründet, erhält dadurch Interesse, dass sie alle Verhältnisse der Körper, welche von dem innern Bau derselben abzuhängen scheinen, zu Rathe zieht, ihren Werth gegen einander abwägt, und darnach die relative

Anzahl der Atome in den Verbindungen (worauf es allein ankommt) bestimmt, gerade so, wie man sich bei der Bestimmung, ob eine Pflanze dieser oder jener natürlichen Familie angehöre, nicht durch ein einziges Merkmal, sondern durch eine gewisse Anzahl und den grösseren Werth von Merkmalen, in welchen sie mit andern Pflanzen einer solchen Familie übereinstimmt, leiten lässt.

Wenn die specifischen Gewichte aller Elemente, welche in Gasform gewogen werden können, so beschaffen wären, dass die Hypothese, nach welcher gleiche Volumina eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten, mit den Atomgewichten der Elemente im Einklang stünden, wie sie mit Berücksichtigung anderer gewichtiger Verhältnisse bestimmt worden sind, so würde diese Hypothese als erwiesen betrachtet werden dürfen, und der Schlüssel für den innern Bau der Materie wäre gefunden: aber damit, dass dieses erwiesenermassen nicht der Fall ist, ist desswegen die Unrichtigkeit der ganzen Ansicht durchaus nicht erwiesen; wir sehen daraus nur, dass bei gleichem Volumen die Anzahl der Atome in verschiedenen Gasen auch in andern Verhältnissen, als in dem der Gleichheit, stehen kann; die Untersuchung wird dadurch blos verwickelter und der Spielraum für theoretische Speculation erweitert sich.

Je mehr wir aber verschiedene Verhältnisse bei der Bestimmung der Atomgewichte der Elemente berücksichtigen, desto mehr verliert diese Bestimmung selbst an Einfachheit. So wird man z. B. die Alaunerde aus einem At. Aluminium und 1 At. Sauerstoff zusammengesetzt betrachten, sofern sie die einzige bekannte Verbindung des Aluminiums mit dem Sauerstoff darstellt, eine Verbindung, die zugleich Salzbasis ist: will man aber auf das Verhältniss des Isomorphismus Rücksicht nehmen, so muss angenommen werden, dass die Alaunerde aus 2 At. Aluminium und 3 At. Sauerstoff bestehe, weil sie dem Eisenoxyd isomorph ist; das Eisenoxyd aber besteht aus 2 At. Eisen und 3 At. Sauerstoff, weil es ein

Eisenoxydul gibt, das aus 1 At. Eisen und 1 At. Sauerstoff besteht u. s. f.

Handelte es sich übrigens nur allein davon, die Bestimmungen der Atomgewichte der Elemente zur Uebersicht von der Zusammensetzung der Körper, zu einer Berechnung der relativen Menge von neuen Verbindungen, die sich bei der gegenseitigen Zersetzung gewisser Körper bilden, zu benützen, so würde es ganz und gar gleichgültig seyn, welche beliebige Hypothese man zu Grunde legen wollte, wenn man nur ihre Consequenzen gehörig beachtete und sie durchaus gleichförmig durchführte. Es ist nöthig, hierauf ganz besonders aufmerksam zu machen, damit man nicht in Versuchung komme, einen zu grossen Werth auf diese oder jene besondere Bestimmungsweise zu legen. Man könnte z. B. das Wasser als eine Verbindung irgend einer beliebigen Anzahl von Wasserstoffatomen mit irgend einer beliebigen Anzahl von Sauerstoffatomen betrachten; würde nun das Gewicht eines Atoms des einen Elements, z. B. des Wasserstoffs, = 1 gesetzt, so würde damit das Gewicht eines Atoms Sauerstoff bestimmt. Ebenso könnte man ferner die Salpetersäure als eine Verbindung einer beliebigen Anzahl Sauerstoffatome mit einer beliebigen Anzahl Stickstoffatome betrachten; aber durch eine jede, gleichgültig welche, *einmal bestimmte* Annahme würde dann das Atomgewicht des Stickstoffs fixirt, wenn das Atomgewicht des Sauerstoffs sich wieder auf das der Einheit gleichgesetzte Atomgewicht des Wasserstoffs bezieht. Damit wäre dann aber zugleich die relative Anzahl von Wasserstoff- und Stickstoff-Atomen in dem Ammoniak bestimmt und würde jetzt nicht mehr einer willkürlichen Annahme unterliegen. Nehmen wir z. B. an, das Wasser bestehe aus 1 At. Wasserstoff und 8 At. Sauerstoff und setzen das Atomgewicht des Wasserstoffs = 1, so wird das Atomgewicht des Sauerstoffs ebenfalls = 1. Nehmen wir ferner an, die Salpetersäure bestehe aus 1 At. Stickstoff und 1 At.

Sauerstoff, so wird, da die Salpetersäure aus 14 Th. Stickstoff und 40 Th. Sauerstoff besteht, das Atomgewicht des Stickstoffs $= \frac{14}{40}$. Das Ammoniak aber besteht aus 14 Th. $= 40 \times \frac{14}{40}$ Stickstoff und 3 Th. Wasserstoff, es besteht also nach dieser Voraussetzung aus 40 At. Stickstoff und 3 At. Wasserstoff. — Auf gleiche Weise können wir in der Chlorwasserstoffsäure eine beliebige relative Anzahl von Chlor- und von Wasserstoff-Atomen annehmen, aber durch eine jede bestimmte Annahme wird das Atomgewicht des Chlors bestimmt, und da auch das Atomgewicht des Sauerstoffs bestimmt ist, so ist damit die relative Anzahl von Chlor- und Sauerstoff-Atomen in den verschiedenen Sauerstoffverbindungen des Chlors ein für allemal fixirt. Eben so wird man ferner in jeder Salzbasis eine beliebige Anzahl Atome des Metalls mit einer beliebigen Anzahl von Sauerstoffatomen verbunden annehmen können; für eine jede bestimmte Annahme wird aber dann zugleich die relative Anzahl von Atomen in den Chlorverbindungen dieses Metalls bestimmt und kann nicht mehr nach Willkühr angenommen werden, da die relative Grösse eines Chlor- und eines Sauerstoff-Atoms bereits bestimmt ist. Nehmen wir z. B., (ganz willkührlich) an, dass 1 Atom Kali aus 3 Atomen Kalium und 7 At. Sauerstoff, 1 Atom Natron aus 5 At. Natrium und 11 At. Sauerstoff bestehe, so wird dadurch das relative Gewicht eines Kalium- und Natrium-Atoms, und hiermit auch die relative Anzahl von Chlor-, Kalium-, und Natrium-Atomen in dem Chlor-Kalium und Natrium bestimmt. Da angenommen wurde, dass 1 Atom Salpetersäure aus 1 Atom Stickstoff und 1 At. Sauerstoff bestehe, und da in den neutralen salpetersauren Salzen der Sauerstoff der Säure das Fünffache von dem der Basis ist, so würden in dieser Voraussetzung $5 \times 7 = 35$ Atome Salpetersäure, um mit 1 Atom Kali, und $5 \times 11 = 55$ Atome Salpetersäure erfordert, um mit 1 At. Natron neutrales salpetersaures Natron zu bilden. Das neu-

trale salpetersaure Kali wäre daher nach der obigen Bezeichnung 35 *fach salpetersaures Kali*, das neutrale salpetersaure Natron aber 55 *fach salpetersaures Natron*.

Es wird freilich Niemand einfallen, solche in jeder Beziehung willkürliche und auf höchst verwickelte Zahlenverhältnisse führende Voraussetzungen hinsichtlich der relativen Anzahl der Atome der Elemente in den Verbindungen erster Ordnung zu machen; das Naturgesetz, welches wir durch das Wort *Mischungsgewicht* bezeichnen, würde dadurch ganz verstümmelt und unkenntlich gemacht werden, denn es wäre nun nicht mehr möglich, das aus einer Verbindung erster Ordnung berechnete und auf irgend eine Einheit bezogene Gewicht eines Elements entweder selbst, oder durch *kleine* ganze Zahlen, oder durch Brüche, die sich durch kleine ganze Zahlen darstellen lassen, multiplicirt oder dividirt in eine andere Verbindung erster Ordnung hinein, anstatt des einen Elements der in dieser letztern Verbindung enthaltenen Elemente, zu substituiren, wenn die beiden Bestandtheile derselben auf ein solches Zahlenverhältniss gebracht sind, dass der andere Bestandtheil (das zweite Element) gleichfalls seinem Gewicht nach auf dieselbe Einheit sich bezieht, indem dann jenes Gewicht in der Regel nie selbst, sondern nur mit einer grossen ganzen Zahl, oder mit einem, oft nur durch grosse Zahlen darstellbaren Bruch multiplicirt oder dividirt, in diese andere Verbindung hinein substituirt werden könnte. So haben wir z. B. gesehen, dass bei der, überdiss noch wenig verwickelten, Voraussetzung, nach welcher das Wasser aus 1 At. Wasserstoff und 8 At. Sauerstoff, die Salpetersäure aus 1 At. Stickstoff und 1 At. Sauerstoff bestehen, das Atomgewicht des Wasserstoffs aber = 1 gesetzt würde, 1 Atom Stickstoff durch die Zahl $\frac{14}{40}$ oder $\frac{7}{20}$ ausgedrückt, und das Ammoniak als aus 40 At. Stickstoff und 3 At. Wasserstoff zusammengesetzt betrachtet werden müsste.

Der Begriff des Mischungsgewichtes ist zunächst blos aus der Thatsache hervorgegangen, dass Zahlen, welche aus

Verbindungen erster Ordnung bestimmt werden, und welche sich sämmtlich auf ein der Einheit oder überhaupt einer gegebenen Zahl gleichgesetztes Gewicht irgend eines Elementes beziehen, entweder selbst, oder nur durch kleine ganze Zahlen multiplicirt oder dividirt in andere Verbindungen hinein dann substituirt werden können, wenn die so bestimmten Zahlen wirklich selbst die relativen Gewichte der Elemente in den Verbindungen vorstellen, d. h. wenn angenommen wird, dass jene Verbindungen, aus welchen diese Zahlen abgeleitet sind, aus einem einzigen Mischungsgewicht eines jeden der beiden Elemente bestehen. Der Begriff des Mischungsgewichtes würde von Jedermann sogleich mit völliger Klarheit aufgefasst werden, wenn alle Elemente, und auch alle binär und mehrfach zusammengesetzte Verbindungen sich nur in einem einzigen Verhältniss mit einander verbinden würden, und wenn zugleich die aus diesen Verbindungen berechneten und auf das der Einheit gleichgesetzte Gewicht irgend eines Elements bezogenen Gewichte selbst unmittelbar in jede andere Verbindung hinein substituirt werden könnten, so dass die aus solchen Substitutionen hervorgehenden Verbindungen den quantitativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile nach wirklich dargestellt würden: dann würde es sich gleichsam von selbst verstehen, dass eine jede binäre Verbindung von der ersten oder von einer höheren Ordnung aus einem einzigen Mischungsgewicht eines jeden der beiden Bestandtheile zusammengesetzt seyn müsse. Da nun aber die meisten Elemente sich in mehr als einem Verhältniss mit einander verbinden, so ist man genöthigt, mehr als ein Mischungsgewicht, von dem einen Element wenigstens, in gewissen Verbindungen anzunehmen, und man wird dann blos zu bestimmen haben, in welcher Verbindung ein Mischungsgewicht eines jeden Elements anzunehmen sey, woraus dann die relative Anzahl der Mischungsgewichte in den übrigen Verbindungen derselben Elemente von selbst sich ergibt, vorausgesetzt, dass man die Zu-

sammensetzung aller dieser Verbindungen kennt. Man geht dabei, wie bereits ausführlich gezeigt worden ist, von den einfachsten Voraussetzungen aus, um so einfache Zahlenverhältnisse, als immer möglich, zu erhalten, wobei sich jedoch nicht immer vermeiden lässt, dass nicht in einer Verbindung zweier Elemente, die sogar die einzige mögliche, oder wenigstens die einzige in isolirtem Zustand darstellbare seyn kann, mehr als ein Mischungsgewicht von dem einen Element angenommen werden muss.

Ich will das so eben Gesagte durch Beispiele deutlicher zu machen suchen. — Das Wasser, das Kohlenoxydgas, das ölerzeugende Gas, das Chloroxydul, die Salzsäure, der flüssige Chlorkohlenstoff, das Stickoxydul sind so zusammengesetzt, dass, wenn man die Gewichte aller dieser Elemente auf das der Einheit oder einer gegebenen Zahl überhaupt gleichgesetzte Gewicht irgend eines dieser Elemente, z. B. des Wasserstoffs, bezieht, und wenn angenommen wird, dass alle diese Verbindungen aus einem einzigen Mischungsgewicht beider Elemente bestehen (was die einfachste Annahme ist), das so bestimmte Gewicht eines jeden Elementes anstatt des Gewichts eines andern Elements in eine andere der genannten Verbindungen hinein substituirt werden kann, so dass dann die zwei Elemente in demselben Zahlenverhältniss zu einander stehen, wie in der Verbindung selbst, die diese Elemente mit einander bilden. Wenn ich z. B. das Gewicht des Sauerstoffs aus dem Wasser (das Gewicht des Wasserstoffs = 1 gesetzt bestimmt habe, und hierauf das Gewicht des Kohlenstoffs aus dem Kohlenoxydgas so bestimme, dass dabei das aus dem Wasser gefundene Gewicht des Sauerstoffs zu Grunde gelegt wird, so wird dieses Gewicht der Kohle in das ölerzeugende Gas substituirt werden können, d. h., wenn der Wasserstoff wieder, wie immer, = 1 gesetzt wird, so wird das aus dem Kohlenoxydgas berechnete Gewicht der Kohle mit dem Gewicht = 1 des Was-

serstoffs, überzeugendes Gas bilden u. s. f. Aus solchen Thatsachen ist bekanntlich der Begriff des Mischungsgewichtes hervorgegangen. Wenn man aber nun auf diese Weise das Gewicht des Wasserstoffs und des Stickstoffs (letzteres aus dem Stickoxydul) bestimmt hat, so findet man dagegen das Ammoniak, die einzige isolirt darstellbare Verbindung des Wasserstoffs mit dem Stickstoff, nicht mehr so zusammengesetzt, dass dasselbe als eine Verbindung von je einem Mischungsgewicht beider Elemente, sondern dass es vielmehr als eine Verbindung von 3 Mischungsgewichten Wasserstoff mit 1 Mischungsgewicht Stickstoff betrachtet werden muss. — Man könnte zwar dieses vermeiden, wenn man in dem Wasser, wie vorher, gleiche M. G. Wasserstoff und Sauerstoff, und in der untersalpetrigen Säure (nicht mehr, wie früher, in dem Stickoxydul) ebenfalls gleiche Mischungsgewichte Stickstoff und Sauerstoff voraussetzen wollte; dann würde das Ammoniak aus gleichen Mischungsgewichten Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt und das Mischungsgewicht des Stickstoffs = $4\frac{2}{3}$ (statt 14) seyn. Mit einer solchen Annahme wäre aber nichts an Einfachheit gewonnen, vielmehr würde sie, wenn sie auch in Beziehung auf das Ammoniak als die einfachste erscheinen sollte, Voraussetzungen nothwendig machen, die in anderer Beziehung als weniger einfach erscheinen müssen. Wenn nemlich die untersalpetrige Säure aus 1 M. G. Stickstoff und 1 M. G. Sauerstoff bestünde, so würde folgen, dass in dem Stickoxydul, dem Stickoxyd, der salpetrigen Säure und der Salpetersäure 1 M. G. Stickstoff mit $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $1\frac{1}{3}$, $1\frac{2}{3}$ Sauerstoff, oder 3 M. G. Stickstoff mit 1, 2, 4, 5 M. G. Sauerstoff verbunden seyen.

Die Thatsachen selbst, welche dem Begriff des Mischungsgewichtes zu Grunde liegen, weisen demnach sehr bestimmt darauf hin, dass hinsichtlich der relativen Anzahl von Mischungsgewichten in den Verbindungen erster Ord-

nung nicht ganz willkürliche Voraussetzungen gemacht werden dürfen, sondern in der Regel nur die möglichst einfachen, wenn sie anders nicht mit einander selbst in diesem Fall in Widerspruch gerathen. Diese Rücksicht wurde auch in der ersten der oben aufgestellten Hypothesen befolgt. In der zweiten Hypothese, welche das Mischungsgewicht mit dem mechanischen Bau der Körper identificirt, wird der Rücksicht auf eine solche präsumirte atomistische Construction der Körper die Rücksicht auf grössere Einfachheit zum Theil zum Opfer gebracht; die Voraussetzungen werden jedoch nach dieser zweiten Hypothese noch immer einfach genug, um in die Berechnungen keine sehr grosse Verwicklung zu bringen, vorausgesetzt, dass man die Hypothese aufgeben will, dass die Gase der Elemente bei gleichem Volumen immer auch eine gleich grosse Anzahl von Atomen enthalten.

Ueber die Art, die Zusammensetzung der Körper durch Formeln auszudrücken.

Es wurde oben bemerkt, wie zu diesem Zwecke die Namen der Elemente durch Buchstaben, und die zusammengesetzten Körper durch das Pluszeichen bezeichnet werden, mit welchem man die einzelnen Bestandtheile verbindet, wie z. B. Kali durch $K+O$, Schwefelsäure durch $S+3O$, Kohlensäure durch $C+2O$ bezeichnet wird. Will man andeuten, dass ein zusammengesetzter Körper doppelt genommen werden soll, so setzt man die Zahl 2 vor die in Klammern eingeschlossenen Bestandtheile dieser Körper, z. B. $2(C+2O)$ bedeutet 2 Atome (Mischungsgewichte) Kohlensäure, und $(K+O) + 2(C+2O) + (H+O)$ bedeutet 1 Atom doppelt-kohlensaures Kali, verbunden mit 1 At. Wasser, d. h. eine Verbindung von 1 At. Kali, 2 At. Kohlensäure und 1 At. Wasser, dessen Atom hier = 1 At. Wasserstoff + 1 At. Sauerstoff gesetzt wird. Diese Bezeichnungsart nimmt

zwar einen ziemlich grossen Raum ein, sie ist aber ganz bestimmt und keiner Missdeutung ausgesetzt. — Nur insofern schliesst auch diese Bezeichnungsart, in so weit sie sich auf Zusammensetzungen bezieht, die aus zwei oder mehreren binären Verbindungen bestehen, wie die so eben beispielsweise angeführte, eine Hypothese ein, als man annimmt, dass die in die Zusammensetzung eingehenden Elemente auf eine gewisse bestimmte Weise zu binären Verbindungen gruppirt seyn, dass z. B. das krystallisirte doppeltkohlensäure Kali wirklich eine Verbindung von Kohlensäure, Kali und Wasser sey. Ich werde hierauf später zurückkommen, wenn von der Bezeichnung der organischen Verbindungen die Rede seyn wird. —

Man hat auch vorgeschlagen, das + zeichen bei den Verbindungen erster Ordnung wegzulassen, und die Buchstaben, welche die Elemente bezeichnen, neben einander, ohne Unterbrechung zu schreiben, z. B. KO statt K+O (Kali). Sind dann mehrere Atome von dem einen oder von beiden Elementen mit einander verbunden, so wird dieses so bezeichnet, dass die Zahl, welche die Anzahl dieser Atome anzeigt, wie Exponentenzahlen, nach oben und zur Rechten von dem Buchstaben, welcher das Element vorstellt, gesetzt wird, z. B. S^2O^5 statt $2S+5O$ (Unterschwefelsäure), NO^5 , oder, nach der Annahme von Berzelius, N^2O^5 (Salpetersäure); $2S^2O^5$, $2N^2O^5$ bedeutet dann 2 Atome Unterschwefelsäure, Salpetersäure. — Es wird kaum nöthig seyn, zu bemerken, dass von der algebraischen Bedeutung der Exponenten hier nicht die Rede ist. Man hat jedoch dieser letzteren Bezeichnungsweise den Vorwurf gemacht, dass sie zu sehr an algebraische Formeln erinnere, deren Bedeutung sie doch gar nicht habe, und dass sie dadurch zu irrigen Vorstellungen Veranlassung geben könnte; ein Vorwurf, der übrigens sehr unerheblich ist. Einige Chemiker setzen aus diesem Grunde die Zahlen unten hin, und schreiben z. B. S_2O_5 statt S^2O^5 . — Wie die Doppelatome bezeichnet werden, ist oben S. 509. angegeben worden.

Berzelius hat diese Formeln noch dadurch bedeutend abgekürzt, dass er die Sauerstoff-Atome durch Punkte, die Schwefel-Atome durch Kommate bezeichnet, welche über den Buchstaben gesetzt werden, der das mit Sauerstoff oder Schwefel verbundene Radical vorstellt, z. B. $\overset{\cdot}{\text{K}}$ statt $\text{K} + \text{O}$ oder KO , Kali; $\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$ statt $\text{S} + 3\text{O}$ oder SO^3 , Schwefelsäure; $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\text{S}}$ statt $2\text{S} + 5\text{O}$ oder S^2O^5 , Unterschwefelsäure; $\overset{\cdot\cdot}{\text{F}}$ statt $2\text{F} + 3\text{O}$, oder F^2O^3 , Eisenoxyd; $\overset{\cdot}{\text{K}}$ statt $\text{K} + \text{S}$ oder KS , Einfach-Schwefelkalium; $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{K}}$ statt $\text{K} + 5\text{S}$ oder KS^5 , Fünffach-Schwefelkalium. — Für die Bezeichnung der so häufig vorkommenden Sauerstoffverbindungen ist diese Abkürzung besonders bequem.

Diese Bezeichnungsweise ist jedoch blos für die eigentliche atomistische Voraussetzung berechnet, welche keine halben Atome gestattet. Halbe Sauerstoffatome könnten etwa durch zwei übereinander gestellte Punkte bezeichnet werden, z. B. $\overset{\cdot}{\overset{\cdot}{\text{P}}}$ statt $\text{P} + 2\frac{1}{2}\text{O}$ oder $\text{PO}^2\frac{1}{2}$, Phosphorsäure. (In der atomistischen Ansicht wird die Phosphorsäure durch $\overset{\cdot\cdot}{\text{P}}$ oder durch $2\text{P} + 5\text{O}$ oder P^2O^5 bezeichnet).

Ich will diese verschiedenen Bezeichnungsarten nach den verschiedenen Voraussetzungen durch einige Beispiele erläutern. Der krystallisirte Alaun besteht aus Kali, Alaunerde, Schwefelsäure und Wasser und ist so zusammengesetzt, dass der Sauerstoff der Alaunerde, der Schwefelsäure und des Wassers den des Kalis beziehungsweise 3, 12, 24 mal enthält. Setzt man daher den Sauerstoff des Kalis = 8, so wird der Sauerstoff der Alaunerde, der Schwefelsäure und des Wassers beziehungsweise durch die Zahlen 24, 96, 192 ausgedrückt. Das Zeichen für den krystallisirten Alaun ist je nach den verschiedenen Voraussetzungen hinsichtlich der

relativen Anzahl der Mischungsgewichte seiner einzelnen aus 2 Elementen zusammengesetzten Bestandtheile ein verschiedenes.

1) Man nehme, wie in der ersten der oft erwähnten Hypothesen, an, Kali, Alaunerde und Wasser bestehen aus 1 At. Radical und 1 At. Sauerstoff, die Schwefelsäure aber aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff. — Da die Alaunerde 3 mal so viel Sauerstoff als das Kali enthält, und ein At. Alaunerde, gerade wie ein At. Kali, aus 1 At. Metall und 1 At. Sauerstoff besteht, so enthält der Alaun auf 1 At. Kali, 3 At. Alaunerde. Aus demselben Grunde enthält er auf 1 At. Kali, 24 At. Wasser. Da nun die Schwefelsäure 12 At. Sauerstoff enthält, und 1 At. Schwefelsäure aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff besteht, so entsprechen die 12 At. Sauerstoff der Schwefelsäure, 4 Atomen dieser Säure, welche mithin mit dem 1 At. Kali und den 3 At. Alaunerde, 1 At. einfach schwefelsaures Kali und 3 At. einfach-schwefelsaure Alaunerde bilden. Der krystallisirte Alaun besteht daher aus 1 At. einfach-schwefelsaurem Kali + 3 At. einfach-schwefelsaurer Alaunerde + 24 At. Wasser, und das chemische Zeichen für ihn ist $((K + O) + (S + 3 O)) + 3 ((Al + O) + (S + 3 O)) + 24 (H + O)$ oder: $(KO + SO^3) + 3 (AlO + SO^3) + 24 (HO)$ oder: $K\ddot{S} + 3 AlS + 24 H$.

2) Man nehme, wie in der zweiten der erwähnten Hypothesen, an, das Kali bestehe, wie vorhin, aus 1 At. Metall und 1 At. Sauerstoff und die Schwefelsäure aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff, die Alaunerde aber aus 2 At. Metall und 3 At. Sauerstoff und das Wasser aus 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff. — Da die Alaunerde 3 mal so viel Sauerstoff enthält als das Kali, und da 1 At. Alaunerde selbst 3 At. Sauerstoff enthält, während 1 At. Kali nur 1 At. Sauerstoff enthält, so enthält in dieser Voraussetzung der Alaun auf 1 At. Kali nur 1 At. Alaunerde. Jenes eine Atom Kali ist aber mit 1 Atom Schwefelsäure verbunden, welches 3 At. Sauerstoff enthält, mithin bleiben 9

At. Sauerstoff entsprechend 3 Atomen Schwefelsäure übrig, welche mit dem einen Atom Alaunerde verbunden sind. Der krystallisirte Alaun besteht daher nach dieser Voraussetzung aus 1 At. einfach-schwefelsaurem Kali + 1 At. 3 fach-schwefelsaurer Alaunerde + 24 At. Wasser, und sein chemisches Zeichen ist entweder $((K + O) + (S + 3O)) + ((2Al + 3O) + 3(S + 3O)) + 24(2H + O)$, oder $(KO + SO^3) + (Al^2O^3 + 3SO^3) + 24H^2O$; oder endlich $\overset{+}{K}\overset{-}{S} + \overset{+}{Al}\overset{-}{S}^3 + 24H$. — Nach der ersten Hypothese ist also die schwefelsaure Alaunerde im Alaun ein neutrales Salz im gewöhnlichen Sinne des Wortes „neutral,“ d. h. ein einfach-saures, ein aus gleichen Mischungsgewichten Säure und Basis bestehendes Salz; nach der zweiten Hypothese dagegen wird die schwefelsaure Alaunerde des Alauns, ungeachtet der Sauerstoff der Säure, gerade wie in neutralen schwefelsauren Salzen, das Dreifache von dem der Basis ist, insofern ein saures, und zwar ein dreifachsaures Salz genannt werden können, als in demselben 3 Atome Säure mit 1 Atom Basis verbunden angenommen werden müssen.

Ganz ähnliche Fälle kommen bei solchen Metallen vor, die mit Sauerstoff zwei verschiedene Salzbasen bilden; 1 At. Eisenoxyd z. B. besteht aus 1 At. Eisen und $1\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff oder aus 2 At. Eisen und 3 At. Sauerstoff.

In dem ersteren Fall würde die Schwefelsäure eines schwefelsauren Eisenoxydsalzes, welches neutralen schwefelsauren Salzen analog, d. h. so zusammengesetzt seyn sollte, dass der Sauerstoff der Säure das Dreifache von dem der Basis wäre, $3(1\frac{1}{2})$ d. h. $4\frac{1}{2}$ Atome Sauerstoff enthalten müssen. Da nun 1 At. Schwefelsäure 3 At. Sauerstoff enthält, so würden $1\frac{1}{2}$ At. Schwefelsäure erfordert, um mit 1 At. Eisenoxyd, welches $1\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff enthält, ein den neutralen schwefelsauren Salzen analog zusammengesetztes schwefelsaures Eisenoxyd zu bilden; ein solches Salz würde dann aber nicht mehr einfach-, sondern anderthalbfach-schwe-

felsaures Eisenoxyd seyn. In dem einfach-schwefelsauren Eisenoxyd dagegen ist der Sauerstoff der Säure das Doppelte von dem der Basis, weil 1 At. Eisenoxyd $1\frac{1}{2}$, 1 At. Schwefelsäure 3 At. Sauerstoff enthält, während der Sauerstoff der Schwefelsäure in dem einfach-schwefelsauren Eisenoxydul das Dreifache von dem der Basis ist, indem 1 At. Schwefelsäure 3, 1 At. Eisenoxydul aber 1 At. Sauerstoff enthält. Nur das einfach-schwefelsaure Eisenoxydul, nicht aber das einfach-schwefelsaure Eisenoxyd, ist daher den neutralen schwefelsauren Alkalien analog zusammengesetzt. Das Zeichen für das anderthalbfach-schwefelsaure Eisenoxyd würde $\overset{\dots}{\text{FeS}}^{\text{I}\frac{1}{2}}$, dasjenige für das einfach-schwefelsaure Eisenoxydul $\overset{\dots}{\text{FeS}}$ seyn.

In dem zweiten Fall, wenn 1 Atom Eisenoxyd aus 2 At. Eisen und 3 At. Sauerstoff besteht, werden 3 At. Schwefelsäure erfordert, deren jedes 3 At. Sauerstoff enthält, um mit 1 At. Eisenoxyd ein Salz zu bilden, in welchem der Sauerstoff der Säure das Dreifache ist von dem der Basis. In dieser Voraussetzung ist daher ein solches Salz dreifach-schwefelsaures Eisenoxyd und sein Zeichen ist $\overset{\dots}{\text{FeS}}^3$. In dem einfach-schwefelsauren Eisenoxyd nach dieser Voraussetzung enthalten Basis und Säure gleiche Sauerstoffmengen.

3) Man nehme endlich, wie dieses Berzelius früher gethan hat, an, das Kali enthalte 1 At. Kalium und 2 At. Sauerstoff, die Alaunerde 1 At. Aluminium und 3 At. Sauerstoff und das Wasser 2 Atome Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff, so wird die Alaunerde $2 \times 3 = 6$, die Schwefelsäure $2 \times 12 = 24$, das Wasser $2 \times 24 = 48$ Atome Sauerstoff enthalten; 1 At. Kali wird jetzt 6 Atome Sauerstoff in der Schwefelsäure voraussetzen, mithin 2 At. Schwefelsäure erfordern, um neutrales schwefelsaures Kali zu bilden. Und da 1 At. Alaunerde 3 Atome Sauerstoff enthält, so wird der Alaun 2 At. Alaunerde enthalten müssen, weil die Alaunerde desselben 6 Atome Sauerstoff enthält. Jedes dieser Alaunerde-

Atome setzt 9 Atome Sauerstoff in der Schwefelsäure, also 3 Atome Schwefelsäure voraus, weil der Sauerstoff der Schwefelsäure das Dreifache seyn muss von dem der Alaunerde, welche sie sättigt. Da nun ferner der Sauerstoff des Krystallwassers das 24fache von dem des Kalis ist, und 1 At. Sauerstoff einem Atom Wasser entspricht, so setzt 1 At. Kali (welches 2 At. Sauerstoff enthält), 48 At. Wasser voraus, welche 48 At. Sauerstoff enthalten. Der krystallisirte Alaun besteht demnach in dieser Voraussetzung aus 1 Atom doppelt-schwefelsaurem Kali *) + 2 Atomen dreifach-schwefelsaurer Alaunerde + 48 At. Wasser und sein chemisches Zeichen wird: $((K + 2O) + 2(S + 3O)) + 2((Al + 3O) + 3(S + 3O)) + 48(2H + O)$ oder: $(KO^2 + 2SO^3) + 2(AlO^3 + 3SO^3) + 48H^2O$, oder: $\ddot{K}\ddot{S}^2 + 2\ddot{Al}\ddot{S}^3 + 48\ddot{H}$.

Diese 3 angeführten Formeln drücken die Zusammensetzung des Alauns gleich gut aus; die erste ist die einfachste, weil sie sich auf die einfachsten Voraussetzungen gründet, nemlich die, dass Kali, Alaunerde und Wasser aus 1 At. Radical und 1 At. Sauerstoff bestehen. Die Anzahl der Sauerstoffatome ist in der dritten Formel doppelt so gross, als in der ersten und zweiten, weil bei dieser dritten Formel 2 At. Sauerstoff in dem Kali vorausgesetzt werden, während diese Salzbasis nach den Voraussetzungen, auf welche sich die erste und zweite Formel gründet, nur 1 Atom Sauerstoff enthält. Es ist aber klar, dass die Totalmenge der Sauerstoffatome

in

*) Dieses Salz ist das gewöhnliche neutrale schwefelsaure Kali, das nur in dieser besondern Voraussetzung ein doppelt-saures genannt wird, indem in 1 Atom Kali 2 At. Sauerstoff statt eines Atoms, wie bei den beiden vorhergehenden Voraussetzungen, angenommen werden, mithin ein doppeltes Schwefelsäure-Atom erfordert wird, weil das Atom dieser Säure nicht 6, sondern, wie in den vorhergehenden Voraussetzungen, 3 At. Sauerstoff enthält.

in einer solchen Formel bloß von derjenigen Anzahl von Sauerstoffatomen abhängt, welche der Sauerstoffverbindung beigelegt wird, die die geringste Menge Sauerstoff enthält, von deren Sauerstoff also die Sauerstoffmengen der übrigen Sauerstoffverbindungen Multipla sind. Es ist namentlich in dem angeführten Beispiel in Beziehung auf diese Totalmenge der Sauerstoffatome ganz gleichgültig, ob man in 1 At. Alaun-erde 1 oder 3 At. Sauerstoff voraussetzt.

Da die Alaun-erde 3mal so viel Sauerstoff enthält, als das Kali, so bekommt man (wenn in 1 At. Kali, 1 At. Sauerstoff vorausgesetzt wird) in dem ersteren Fall 3 At. Alaun-erde, welche 3 Atome zusammen mit 3 At. Schwefelsäure verbunden sind, so dass auf 1 At. Alaun-erde nur 1 At. Schwefelsäure kommt; in dem letzteren Fall aber nur 1 At. Alaun-erde, das nun aber für sich allein mit 3 At. Schwefelsäure verbunden ist (weil die Schwefelsäure 3mal so viel Sauerstoff enthalten muss, als die Alaun-erde); ersterer Fall wird durch 3AlS d. h. $3\text{Al} + 3\text{S}$, letzterer durch AS^3 d. h. $\text{A} + 3\text{S}$ bezeichnet. (Statt A setzt man A, sofern man in 1 At. Alaun-erde 2 At. Aluminium voraussetzt). — Es wird kaum nöthig seyn, zu erinnern, dass noch eine Menge anderer Voraussetzungen in Beziehung auf die relative Anzahl von Sauerstoffatomen in den verschiedenen Sauerstoffverbindungen, aus welchen der Alaun besteht, gemacht werden könnten, die zu eben so vielen neuen Formeln führen würden, aus welchen sich die procentische Zusammensetzung des Alauns gleich gut würde berechnen lassen.

Der gewöhnliche *Feldspath* ist eine Verbindung von Kali, Alaun-erde und Kieselsäure, deren relative Mengen so beschaffen sind, dass wenn der Sauerstoff des Kalis = 1 gesetzt wird, der Sauerstoff der Alaun-erde = 3, der der Kieselsäure = 12 ist. Es findet also hier ganz dasselbe Verhalten statt, wie bei dem wasserfreien Alaun, wenn man

Kieselsäure statt Schwefelsäure setzt. Bei der Bezeichnung der chemischen Zusammensetzung des Feldspaths kann man wieder von verschiedenen Voraussetzungen ausgehen. Die einfachste, die wir immer zu Grunde legen werden, ist die, dass die Kieselsäure unter das Kali und die Alaunerde gleich vertheilt sey, d. h. dass in dem kieselsauren Kali der Sauerstoff der Säure dasselbe Vielfache von dem Sauerstoff der Basis sey, wie in der kieselsauren Alaunerde. Da nun der Sauerstoff der Alaunerde das 3fache ist von dem des Kalis, so muss die Alaunerde mit so viel Kieselsäure verbunden seyn, dass der Sauerstoff dieser Säure das 3fache ist von dem Sauerstoff der mit dem Kali verbundenen Kieselsäure, d. h. von den 12 Theilen Sauerstoff der Kieselsäure gehen auf die Alaunerde 9, auf das Kali 3. Enthält nun die Kieselsäure auf 1 Atom Radical 1 At. Sauerstoff, so besteht der Feldspath aus 1 At. Kali, 3 At. Alaunerde und 12 At. Kieselsäure, d. h. aus 1 At. dreifach kieselsaurem Kali + 3 At. dreifach kieselsaurer Alaunerde, und sein chemisches Zeichen ist: $\text{K}\ddot{\text{S}}\text{i}^3 + 3 \text{Al}\ddot{\text{S}}\text{i}^3$. Nimmt man dagegen an, dass, so wie die Schwefelsäure $\text{S} + 3 \text{O}$ ist, auch die Kieselsäure $\text{Si} + 3 \text{O}$ sey, so erhält man für den Feldspath dieselben chemischen Zeichen, wie für den Alaun, wenn man nur das Zeichen für das Wasser weglässt, nemlich:

- 1) $\text{K}\ddot{\text{S}}\text{i} + 3 \text{Al}\ddot{\text{S}}\text{i}$ (wenn Kali = $\text{K} + \text{O}$, Alaunerde = $\text{Al} + \text{O}$)
- 2) $\text{K}\ddot{\text{S}}\text{i} + \overset{\text{A}}{\text{A}}\ddot{\text{S}}\text{i}^3$ (wenn Kali = $\text{K} + \text{O}$, Alaunerde = $2 \text{Al} + 3 \text{O}$)
- 3) $\text{K}\ddot{\text{S}}\text{i}^2 + 2 \text{Al}\ddot{\text{S}}\text{i}^3$ (wenn Kali = $\text{K} + 2 \text{O}$, Alaunerde = $\text{Al} + 3 \text{O}$)

Die angeführten Beispiele werden hinreichen, zu zeigen, wie mit Aenderung der Voraussetzungen hinsichtlich der relativen Anzahl der Atome in den Verbindungen erster Ordnung, die chemischen Zeichen geändert werden müssen; zugleich sieht man aber auch, wie leicht durch solche Zeichen der Anfänger verwirrt werden kann, wenn sie sich nicht

auf ganz bestimmte, einfache, und keiner Aenderung unterworfenen Voraussetzungen gründen.

Weit einfacher und keiner Art von Missverständnissen ausgesetzt sind diejenigen Zeichen, welche Berzelius für die in dem Mineralreich vorkommenden Verbindungen der Kieselsäure mit Alkalien, Erden und einigen Metalloxyden gebraucht und zum Unterschied von den vorhin erwähnten *chemischen* Zeichen, *mineralogische* Zeichen nennt. Die Grundzeichen bedeuten hier nicht die Elemente, sondern die Oxyde derselben, und sie werden, um eine Verwechslung mit den chemischen Zeichen zu vermeiden, mit Cursivschrift geschrieben. So ist *K*=Kali, *N*=Natron, *L*=Lithon, *B*=Baryt, *Sr*=Strontian, *C*=Kalk, *M*=Bittererde, *A*=Thonerde, *G*=Beryllerde (Glycinerde), *Y*=Yttererde, *Zr*=Zirconerde, *T*=Thorerde, *Zn*=Zinkoxyd, *Ce*=Ceroxyd, *ce*=Ceroxydul, *Mn*=Manganoxyd, *mn*=Manganoxydul, *F*=Eisenoxyd, *f*=Eisenoxydul, *S*=Kieselsäure u. s. f. Durch diese mineralogischen Formeln soll blos die relative Menge des Sauerstoffs in den verschiedenen Oxyden angegeben, und zugleich die Oxyde selbst in derjenigen Verbindung aufgestellt werden, welche man für die wahrscheinlichste hält. Die relative Anzahl der Atome des Radicals und des Sauerstoffs in den Oxyden selbst wird nicht angedeutet und überhaupt nicht berücksichtigt. Aus einer solchen Formel lässt sich dann unmittelbar die procentische Zusammensetzung einer Verbindung berechnen und die Bezeichnung kann nur insofern etwas verschieden ausfallen, als hinsichtlich des Sauerstoffgehalts der Oxyde Unsicherheiten statt finden können, die darinn ihren Grund haben, dass man dem Resultat dieser oder jener Analyse ein größeres Zutrauen schenkt. *KS* z. B. bedeutet kieselsaures Kali, in welchem Säure und Basis gleiche Sauerstoffmengen

enthalten. $KS + AS$ ist eine Verbindung von kieselsaurem Kali und kieselsaurer Alaunerde, in welcher Kali und Alaunerde gleiche Sauerstoffmengen enthalten. Die mit Kali sowohl, als die mit Alaunerde verbundene Kieselsäure enthält eben so viel Sauerstoff, als das Kali und die Alaunerde, aber da die Kieselsäure sowohl in KS als in AS vorkommt, so ist der Sauerstoff der *ganzen* Menge der Kieselsäure doppelt so gross als der Sauerstoff des Kalis allein, oder der Alaunerde allein. Die Sauerstoffmengen des Kalis, der Alaunerde, der Kieselsäure werden sich daher verhalten $= 1 : 1 : 2$ und hieraus wird man die procentische Zusammensetzung dieser Verbindung berechnen.

KS^3 bedeutet kieselsaures Kali, in welchem der Sauerstoff der Säure das 3fache ist von dem der Basis; in A^2S ist der Sauerstoff der Alaunerde das Doppelte von dem der Kieselsäure; $3A^2S$ bedeutet: die Verbindung A^2S dreimal genommen. Das Wasser wird durch Aq bezeichnet. — Wir wollen einige solcher Formeln zergliedern:

1) $CS^2 + FS + 2AS$.

In dieser Formel kommt C (Kalk) nur einmal und zwar einfach vor und ohne oben mit einer Zahl versehen zu seyn, welche andeuten würde, dass der Sauerstoff von C ein Multiplum des Sauerstoffs ist, welchen der mit C verbundene oxydirte Körper enthält, wir werden also den Sauerstoff von $C=1$ setzen. Eben so kommt F (Eisenoxyd) nur einmal und ebenfalls einfach vor; der Sauerstoff des Eisenoxyds ist daher dem des Kalks gleich und $=1$. A (Alaunerde) kommt ebenfalls nur einmal, aber nicht einfach vor, denn die Verbindung von AS ist doppelt genommen, mithin enthält die Alaunerde doppelt so viel Sauerstoff als der Kalk und das Eisenoxyd, und der Sauerstoff der Alaunerde ist daher $=2$. Die Kieselsäure kommt in CS^2 , in $2AS$ und in FS vor; aber der Sauerstoff der Kieselsäure ist in CS^2 das Doppelte von dem Sauerstoff des

Kalks, mithin = 2, in 2 *AS* doppelt genommen, mithin wieder = 2, in *FS* einfach genommen, mithin = 1. Der Sauerstoff der ganzen Menge der Kieselsäure ist mithin = 5.

Man hat also Sauerstoff des Kalks = 1
 — des Eisenoxyds = 1
 — der Alaunerde = 2
 — der Kieselsäure = 5, berechnet

hieraus die relativen Mengen dieser Oxyde, und reducirt die gefundenen Zahlen auf 100, um die Zusammensetzung des Fossils in Procenten auszudrücken.

100 Theile Kalk enthalten	28.09	Sauerstoff
100 — Eisenoxyd —	30.66	—
100 — Alaunerde —	46.70	—
100 — Kieselsäure —	51.72	—

$$100 : 28.09 = x \quad \left. \begin{array}{l} \text{relative Menge des Kalks} \\ \text{mithin } x \end{array} \right\} : 1$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kalk} \\ \text{Eisenoxyd} \end{array} \right\} = 3.56$$

$$100 : 30.66 = x \quad \left. \begin{array}{l} \text{relative Menge des Eisenoxyds} \\ \text{mithin } x \end{array} \right\} : 1$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Eisenoxyd} \\ \text{Alaunerde} \end{array} \right\} = 3.26$$

$$100 : 46.7 = x \quad \left. \begin{array}{l} \text{relative Menge der Alaunerde} \\ \text{mithin } x \end{array} \right\} : 2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Alaunerde} \\ \text{Kieselsäure} \end{array} \right\} = 4.28$$

$$100 : 51.72 = x \quad \left. \begin{array}{l} \text{relative Menge der Kieselsäure} \\ \text{mithin } x \end{array} \right\} : 5$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Kieselsäure} \\ \text{mithin } x \end{array} \right\} = 9.67$$

$$3.56 + 3.26 + 4.28 + 9.67 = 20.77$$

20.77 : 3.56	}	= 100 :	Menge des Kalks	}		
3.26					— —	Eisenoxyds
4.28					— —	Alaunerde
9.67					— —	Kieselsäure

So ergibt sich aus obiger Formel folgende Zusammensetzung in Procenten:

Kieselsäure	—	46.56
Alaunerde	—	20.60
Kalk	—	17.14
Eisenoxyd	—	15.70
		100.00

2) $KS^3 + 3AS^3$ (Formel für den Kalifeldspath.)

In dieser Formel kommt *K* (Kali) nur einmal, einfach, und ohne mit einer Zahl nach oben versehen zu seyn, vor. Der Sauerstoff des Kalis wird also = 1 gesetzt. In AS^3 ist der Sauerstoff der Alaunerde ebenfalls = 1: da aber AS^3 dreimal genommen ist, so ist der Sauerstoff dieser Erde = 3. Die Kieselsäure kommt zweimal, sowohl in KS^3 als in $3AS^3$ vor. In KS^3 ist ihr Sauerstoff das 3 fache von dem des Kalis, also = 3, in $3AS^3$ ist er ebenfalls das 3fache von dem der Alaunerde, also = 9, zusammen also = 3 + 9 = 12.

Die Sauerstoffmengen des Kalis, der Alaunerde und der Kieselsäure verhalten sich daher = 1 : 3 : 12, und hieraus wird die relative Menge dieser einzelnen Oxyde berechnet.

3) $KS^6 + 8CS^3 + 16Aq$. (Apophyllit).

In dieser Formel kommt *K* nur einmal und einfach u. s. w. vor, der Sauerstoff des Kalis ist daher = 1. *C* (Kalk) kommt ebenfalls nur einmal, aber mit 8 multiplicirt vor; der Sauerstoff des Kalks ist daher = 8. Der Sauerstoff der Kieselsäure ist = 6 (vermöge KS^6), und = 3×8 (vermöge $8CS^3$), im Ganzen also = 6 + 24 = 30. Der Sauerstoff des Wassers ist = 16.

Die Sauerstoffmengen des Kalis, des Kalks, der Kieselsäure und des Wassers verhalten sich mithin = 1 : 8 : 30 : 16, wornach die procentische Zusammensetzung sich berechnen lässt.

Soll umgekehrt aus den durch die Analyse gefundenen relativen Mengen der Oxyde eine Formel berechnet werden, so berechnet man die Sauerstoffmengen aller in der Verbindung vorkommenden Oxyde, von denen man annimmt, dass sie für dieselbe wesentlich seyen, *) setzt den Sauerstoff desjenigen Oxyds, welches die geringste Menge davon enthält, = 1, und untersucht, wie vielmal die Sauerstoffmengen der übrigen Oxyde diese geringste Sauerstoffmenge enthalten. Man vertheilt hierauf das elektronegative Oxyd, d. h. die Säure, welche in den allermeisten Fällen Kieselsäure ist, unter die elektropositiven Oxyde.

Eine so berechnete Formel kann nun allerdings aus zweierlei Gründen verschieden ausfallen. 1) Weil theils die der Analyse unterworfenen Mineralien selten vollkommen rein sind, sondern häufig fremde Beimengungen enthalten, die übrigens dieselben Bestandtheile, wie das reine Mineral selbst, liefern können, theils die Analysen keiner ganz vollkommenen Genauigkeit fähig sind, so dass aus diesen beiden Gründen die Sauerstoffmengen der Oxyde nie vollkommen genau Multipla nach ganzen Zahlen von der Sauerstoffmenge desjenigen Oxyds sind, welches die geringste Menge von Sauerstoff enthält, und es daher in manchen Fällen der Willkühr überlassen bleibt, ob diese Menge vermehrt oder vermindert werden soll, so dass ein höheres oder niedereres Multiplum heraus kommt. 2) Weil der Sauerstoff der Säure,

*) Substanzen, die in ganz kleiner Menge vorkommen, die theils als mechanisch beigemischt, theils als färbende Stoffe, wie sehr kleine Mengen von Eisen-, Mangan-, Chrom-Oxyd u. s. f. zu betrachten sind, werden nicht beachtet.

und mithin die Säure selbst auf eine verschiedene Weise unter die basischen Oxyde vertheilt werden kann.

Der Beryll z. B. ist so zusammengesetzt, dass, wenn man den Sauerstoff der Beryllerde, welche die geringste Menge Sauerstoff enthält, = 1 setzt, der Sauerstoff der Alaunerde nahe = 2, und der der Kieselsäure nahe = 8 oder = 9 ist; letztere Annahme stimmt jedoch mit den Resultaten der Analyse besser überein. Nimmt man mit Berzelius die Zahl 8 an, so kann man 4 von diesen der Beryllerde geben, welche 1 Portion Sauerstoff enthält, und es bleiben dann 4 für die 2 Sauerstoffportionen der Alaunerde, deren jede also 2 Sauerstoffportionen von der Kieselsäure bekommt. Die Formel für den Beryll wird dann $GS^4 + 2AS^2$. Nimmt man dagegen an, dass die mit der Alaunerde verbundene Kieselsäure dreimal den Sauerstoff der Alaunerde enthalte, so bleiben für die Beryllerde nur 2 Sauerstoffportionen der Kieselsäure, d. h. so viel Kieselsäure, dass ihr Sauerstoffgehalt das Doppelte von dem der Beryllerde wird, und die Formel für den Beryll wird dann $GS^2 + 2AS^3$. — Es ist klar, dass wenn diese beiden Formeln berechnet werden, durchaus das gleiche procentische Resultat für die Zusammensetzung des Berylls erhalten werden muss, und in dieser Beziehung ist also diese verschiedene Vertheilung der Kieselsäure unter die Basen ohne allen Einfluss. Nimmt man dagegen mit L. Gmelin für den Sauerstoff der Kieselsäure die Zahl 9 an, so ist die einfachste Formel, die aufgestellt werden kann, folgende:

$GS^3 + 2AS^3$. Die Formeln: $GS^5 + 2AS^2$, $GS + 2AS^4$, $GS^7 + 2AS$ würden übrigens (so unpassend es auch wäre, die Kieselsäure unter zwei so ähnliche Basen, wie Alaunerde und Beryllerde, nach einem so verschiedenen Maassstab zu vertheilen) bei der Berechnung dasselbe procentische Resultat geben.

Bei dieser Austheilung des elektronegativen Oxyds (in den häufigsten Fällen der Kieselsäure) unter die elektropo-

sitiven Oxyde (Basen), geht man von dem Grundsatz aus, dass da, wo eine *ungleiche* Austheilung geboten ist, der stärksten Basis auch die grössere Säuremenge zugetheilt wird, weil man annimmt, dass die stärkste Basis auch die grösste Menge von Säure zu neutralisiren vermöge. In dem vorhin angeführten Beispiel: $CS^2 + FS + 2 AS$ hat man daher dem Kalk, als der stärksten Salzbasis, und nicht dem Eisenoxyd, die zwei Kieselsäurepartikeln zugetheilt.

Ueber die Bezeichnung der Atomgewichte organischer Verbindungen.

Wenn wir die relativen Gewichte der Atome aller Elemente als bekannt voraussetzen und es sich nun davon handelt, die atomistische Zusammensetzung irgend einer, aus mehr als zwei Elementen bestehenden, Verbindung zu bezeichnen, deren procentische Zusammensetzung bekannt ist, so wird man, insofern blos jedes einzelne Element, der Zahl seiner Atome nach, mit welcher es in die Verbindung eingeht, in dieser letztern aufgeführt werden soll, sofern man also diese Verbindung als eine Dreieinigkeith, wenn sie aus 3, oder als eine Viereinigkeith, wenn sie aus 4 Elementen zusammengesetzt ist, u. s. f., betrachtet, und gar keine theoretischen Betrachtungen darüber anstellt, ob nicht etwa die Verbindung als aus andern Verbindungen zusammengesetzt angesehen werden könne, ob nicht z. B., wenn die Verbindung aus 3 Elementen a, b, c besteht, sie als eine Verbindung des Elements a mit der Verbindung b+c, oder als eine Verbindung der Verbindung $(a + \frac{1}{2} b)$ mit der Verbindung $(c + \frac{1}{2} b)$ u. s. f. zu betrachten seyn möchte, auf folgende Weise verfahren.

Mit der bekannten procentischen Zusammensetzung der Verbindung ist die relative Menge der einzelnen in der Verbindung auftretenden Elemente gegeben. Man setzt nun das so gefundene relative Gewicht irgend eines Elementes dem

Atomgewicht dieses Elementes gleich und bestimmt hiernach die Gewichte der übrigen Elemente. Die Erfahrung lehrt, dass diese dann entweder einem einfachen, oder einem mit einer ganzen Zahl multiplicirten oder dividirten Atomgewicht derselben Elemente entsprechen; wäre dieses nicht der Fall, so würde die Zusammensetzung der organischen Verbindung entweder in keiner Beziehung zu dem Gesetz des Mischungsgewichtes stehen, oder die Verbindung würde nicht rein seyn, sondern als ein Gemenge verschiedener organischer Verbindungen betrachtet werden müssen. Die gefundenen Zahlen werden nun in allen den Fällen, wo man nicht durch bestimmte Gründe zu einer andern Bestimmungsweise genöthigt wird, auf das möglichst einfache Verhältniss *ganzer* Zahlen gebracht mit der einzigen Rücksicht, dass keine der Zahlen kleiner seyn darf, als das Atomgewicht des ihr zugehörigen Elements, insofern nemlich die Annahme von Theilen von Atomen nicht gestattet werden will. Diese Zahlen nun, dividirt durch das Atomgewicht der zugehörigen Elemente, zeigen die relative Anzahl der Atome der in der Verbindung auftretenden Elemente an. Addirt man hierauf die Zahlen, welche das Gewicht der so bestimmten Anzahl von Atomen eines jeden Elements repräsentiren, zusammen, so erhält man das Gewicht eines Atoms der Verbindung selbst.

Einige Beispiele mögen zur Erläuterung des Gesagten dienen.

1) Das neutrale schwefelsaure Kali besteht aus den 3 Elementen, Kalium, Schwefel und Sauerstoff, und enthält in 100 Theilen 44.931 Kalium, 18.360 Schwefel, 36.709 Sauerstoff. Setzen wir nun das Gewicht des Sauerstoffs z. B. dem Atomgewicht des Sauerstoffs gleich, also = 8, so finden wir das Gewicht des Schwefels } durch folgende Gleichung: 36.709 : 8 = 18.360 } : 4 }
 Kaliums } 44.931 } 9.7 }

Die Zahl für den Schwefel ist daher = 4, die für das Kalium = 9.7, wenn die Zahl für den Sauerstoff = 8 gesetzt wird. Erstere ist aber nur der vierte Theil von dem Gewicht eines Atoms Schwefels, welches = 16 ist, und letztere nahe ebenfalls nur der vierte Theil des Gewichts eines Atoms Kalium, welches = 39.2 ist. Wir müssen daher, um keine Theile von Atomen zu erhalten, alle Zahlen mit 4 multipliciren, und erhalten dann $4 \times 8 = 32$, d. h. 4 Atome Sauerstoff, $4 \times 4 = 16$, d. h. 1 Atom Schwefel, $4 \times 9.7 = 38.8$ (nahe = 39.2), d. h. 1 Atom Kalium. Das Gewicht eines Atoms neutralen schwefelsauren Kalis ist daher = dem Gewicht von 4 At. Sauerstoff + 1 At. Schwefel + 1 At. Kalium = $32 + 16 + 39.2 = 87.2$ und wird durch $K + S + 4O$ oder durch KSO^+ bezeichnet.

2) Der krystallisirte Alaun besteht aus den 5 Elementen, Kalium, Aluminium, Schwefel, Sauerstoff und Wasserstoff und enthält in 100 Theilen 8.27 Kalium, 5.70 Aluminium, 13.50 Schwefel, 67.47 Sauerstoff, 5.06 Wasserstoff. Setzt man nun das Gewicht irgend eines dieser 5 Elemente, z. B. das des Wasserstoffs, dem Atomgewicht desselben gleich, also = 1, so findet man die Gewichte der übrigen Elemente mittelst folgender Gleichungen:

$$\begin{array}{l} 5.06 : 1 = 8.27 \\ \quad \quad \quad 5.70 \\ \quad \quad \quad 13.50 \\ \quad \quad \quad 67.47 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 5.06 \\ 5.70 \\ 13.50 \\ 67.47 \end{array}} \right\} : \begin{array}{l} \text{Gewicht des Kaliums} \\ \text{Aluminiums} \\ \text{Schwefels} \\ \text{Sauerstoffs} \end{array}$$

Die Gewichte des Kaliums, Aluminiums, Schwefels, Sauerstoffs sind daher, verglichen mit dem = 1 gesetzten Gewicht des Wasserstoffs, beziehungsweise 1.634, 1.126, 2.670, 13.334. — Wir sehen hieraus sogleich, dass es nicht angeht, das Gewicht des Wasserstoffs dem Gewicht eines *einzig*en Atoms Wasserstoff gleich zu setzen, da die Gewichte, welche man unter dieser Voraussetzung für das Kalium, Aluminium und den Schwefel findet, viel kleiner sind, als

die Gewichte eines Atoms dieser Elemente. So haben wir für das Gewicht des Kaliums die Zahl 1.634 gefunden, während das Gewicht eines Atoms Kalium 39.2 ist. Suchen wir nun die Zahl, mit welcher man 1.634 multipliciren muss, um als Produkt die Zahl 39.2 (oder doch eine dieser Zahl sehr nahe gleiche) zu erhalten, so finden wir 24, denn 24×1.634 ist = 39.22. Wir müssen daher die = 1 gesetzte Zahl des Wasserstoffs 24mal, d. h. 24 Atome Wasserstoff nehmen, nun aber auch die für alle übrigen Elemente gefundenen Zahlen mit 24 multipliciren. So finden wir

für das Kalium : $24 \times 1.634 = 39.22 = 1$ At. Kalium
 für das Aluminium : $24 \times 1.126 = 27.02 = 3$ At. Aluminium
 für den Schwefel : $24 \times 2.670 = 64.08 = 4$ At. Schwefel
 für den Sauerstoff : $24 \times 13.334 = 320.02 = 40$ At. Sauerstoff.

Das Gewicht eines Atoms krystallisirten Alauns ist daher = dem Gewicht von 1 At. Kalium + 3 At. Aluminium + 4 At. Schwefel + 40 At. Sauerstoff + 24 At. Wasserstoff = $39.2 + 27 + 64 + 320 + 24 = 474.2$, und sein Zeichen ist $K + 3Al + 4S + 40O + 24H$ oder $KAl^3S^4O^{40}H^{24}$.

3) Der Alkohol besteht in 100 Th. aus 52.37 Kohlenstoff, 13.31 Wasserstoff und 34.61 Sauerstoff. Setzen wir das Gewicht des Wasserstoffs z. B., dem Atomgewicht des Wasserstoffs gleich, also = 1, so finden wir das Gewicht des Kohlenstoffs durch die Gleichung:

$13.31 : 1 = 52.37 : x = 3.93$ oder sehr nahe = 4. Ebenso finden wir das Gewicht des Sauerstoffs durch die Gleichung:

$13.31 : 1 = 34.61 : x = 2.6$. — Das Gewicht des Kohlenstoffs sowohl als das des Sauerstoffs ist kleiner als das Atomgewicht dieser Elemente, woraus sich ergibt, dass der Alkohol nicht ein, sondern mehrere Atome Wasserstoff enthalten müsse. Das Gewicht des Kohlenstoffs verhält sich zu dem Atomgewicht des Kohlenstoffs (6) nahe = 2 : 3; multiplicirt man daher jenes Gewicht mit $\frac{3}{2}$, so wird das Gewicht des Kohlenstoffs dem Atomgewicht des Kohlenstoffs

nahe gleich. Dann müssen aber auch die Gewichte des Wasserstoffs und des Sauerstoffs mit $\frac{3}{2}$ multiplicirt werden und ersteres wird $= 1\frac{1}{2}$, letzteres $= \frac{3}{2}$ (2.6), nahe = 4. Weil man aber auf diese Weise $1\frac{1}{2}$ At. Wasserstoff und $\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff erhalten würde, so multiplicirt man alle Zahlen mit 3 anstatt mit $\frac{3}{2}$, und erhält nun für den Wasserstoff 3 Atome, für den Kohlenstoff 3 (3.93) = 11.79 nahe = 12, d. h. 2 Atome, für den Sauerstoff 3 (2.6) = 7.8 nahe = 8, d. h. 1 Atom. — Der Alkohol besteht daher aus 1 At. Sauerstoff = 8, 2 At. Kohlenstoff = 12, und 3 At. Wasserstoff = 3, und 1 Atom Alkohol wiegt $8 + 12 + 3 = 23$. Sein Zeichen ist $O + 2C + 3H$ oder OC^2H^3 , oder C^2H^3O .

Da das Atomgewicht des Wasserstoffs in Beziehung auf das Atomgewicht des Sauerstoffs sowohl als des Kohlenstoffs nur halb so gross wird, wenn man in dem Wasser 2 At. Wasserstoff auf 1 At. Sauerstoff annimmt, als wenn, wie bei obiger Berechnung, eine gleiche Anzahl von Atomen beider Elemente vorausgesetzt wird, so besteht (wenn das Wasser = $O + 2H$) der Alkohol aus 1 At. Sauerstoff, 2 At. Kohlenstoff und 6 At. Wasserstoff; sein Atomgewicht ist daher nach dieser Voraussetzung $= 16 + 24 + 6 = 46 = 2 \times 23$, und sein Zeichen wird: OC^2H^6 .

Berechnet man nun aus einer der Formeln: OC^2H^3 , OC^2H^6 , die, wie sich von selbst versteht, das gleiche Resultat geben müssen, die procentische Zusammensetzung des Alkohols, so erhält man Wasserstoff 13.04, Kohlenstoff 52.18, Sauerstoff 34.78; ein Resultat, welches mit dem durch die Analyse des Alkohols gefundenen sehr nahe übereinstimmt und den Beweis liefert, dass die Zusammensetzung des Alkohols wirklich durch eine so einfache Formel, in welcher die Zahlen, die die relative Menge der einzelnen Atome angeben, in einem sehr einfachen Verhältniss stehen, repräsentirt werden kann, indem wir zu der Voraussetzung berechtigt sind, dass die unbedeutende Nichtübereinstimmung des empirischen und theoretischen Resultats blos in den bei Analysen nie ganz zu vermeidenden Fehlern be-

gründet sey. Wollte man eine ganz vollkommene Uebereinstimmung des empirischen Resultats mit der Formel herstellen, so könnte dieses nicht anders geschehen, als wenn man die Zahlen, welche die relative Anzahl der Atome angeben, *sehr gross* nehmen würde. Dadurch würde aber nicht blos eine solche Formel alles Interesse verlieren, sondern ihre Unrichtigkeit würde in vielen Fällen aus den Producten ersichtlich seyn, welche solche Verbindungen bei ihrer Zersetzung liefern. Ein Atom schwefelsaures Kali z. B. gibt bei seiner Zersetzung 1 At. Schwefelsäure, welche aus 1 At. Schwefel und 3 At. Sauerstoff, und 1 At. Kali, welches aus 1 A. Kalium und 1 At. Sauerstoff besteht: ein Atom schwefelsaures Kali muss daher KSO^+ seyn. In der That liesse sich eine vollkommene Uebereinstimmung einer einfachen Formel mit dem Resultat der Analyse nur dann als möglich denken, wenn die unvermeidlichen Fehler bei der Bestimmung der relativen Menge der Elemente in einer Verbindung, so wie diejenigen ebenfalls unvermeidlichen Fehler, welchen man bei der Bestimmung des relativen Gewichts der Atome ausgesetzt ist, einander gegenseitig aufheben würden.

Man kann sich solche Berechnungen erleichtern, wenn man die relative Menge der in eine Verbindung eingehenden Elemente mit dem Gewicht der Atome dieser Elemente vergleicht. In dem vorigen Beispiel sieht man sogleich, dass der Sauerstoff mit der geringsten Anzahl von Atomen in die Zusammensetzung des Alkohols eingeht, denn die relative Zahl des Sauerstoffs ist = 34.78, die des Wasserstoffs = 13.04, die des Kohlenstoffs = 52.18;

8	}	ist aber in 34.78 nur etwas
Atomgewicht des Sauerstoffs		
über 4mal, dagegen	}	in 13.04
1		
Atomgewicht des Wasserstoffs		
mehr als 13 mal, und	}	in 52.18
6		
Atomgewicht des Kohlenstoffs		

mehr als 8mal enthalten. Man setzt daher sogleich die procentische Zahl des Sauerstoffs (34.78) dem Atomgewicht des Sauerstoffs (8) gleich, und findet so unmittelbar die Anzahl der Atome der übrigen Elemente.

4) Die Bestimmung des Atongewichtes einer aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff bestehenden organischen Säure ist mit noch weniger Umständen verbunden. Man vergleicht den Sauerstoff derselben mit dem Sauerstoff einer, ein Atom Sauerstoff enthaltenden Basis, mit welcher sie ein neutrales Salz bildet: die Zahl, welche anzeigt, das Vielfache der Sauerstoff der Säure von dem Sauerstoff dieser Basis ist, gibt zugleich die Anzahl der Sauerstoffatome in einem Atom der Säure an, und hiernach wird dann sehr leicht die Anzahl der Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atome berechnet. — Die Ameisensäure z. B., deren Sauerstoff das 3fache ist von dem Sauerstoff der Basen, mit welchen sie neutrale Salze bildet, enthält 3 Atome Sauerstoff. Sie besteht nach Berzelius aus 32.97 Kohlenstoff, 2.81 Wasserstoff und 64.22 Sauerstoff. Man setzt daher letztere Zahl = 3 At. Sauerstoff = 24 und bestimmt dann die Anzahl der Atome des Kohlenstoffs und Wasserstoffs durch folgende Gleichung:

$$64.22 : 32.97 \left. \vphantom{64.22} \right\} = 24 : x. \text{ Hieraus erhält man für den Koh-}$$

2.81 }

lenstoff die Zahl 12.3 nahe = 2 Atomen Kohlenstoff, und für den Wasserstoff die Zahl 1.05, nahe = 1 At. Wasserstoff. Die Ameisensäure besteht daher aus 1 At. Wasserstoff, 2 At. Kohlenstoff und 3 At. Sauerstoff und ihr Zeichen ist HC^2O^3 , oder in der Voraussetzung, welche das Atom des Wasserstoffs in Beziehung auf das Atom des Sauerstoffs und Kohlenstoffs nur halb so gross annimmt: $\text{H}^2\text{C}^2\text{O}^3$.

Die Nothwendigkeit, die Anzahl der Sauerstoffatome in einer organischen Säure auf die angeführte Weise zu bestimmen, folgt aus der Annahme, dass ein neutrales Salz aus 1 Atom Säure und 1 Atom Basis bestehe. Da nun die Basis

1 Atom Sauerstoff enthält, so muss 1 Atom Säure so viele Sauerstoffatome enthalten, als die Zahl besagt, welche angibt, das Wievielfache der Sauerstoff der die Basis neutralisirenden Säure von dem Sauerstoff dieser Basis ist. Daher kommt es denn auch, dass man bei Berücksichtigung dieses Umstandes bisweilen eine solche relative Anzahl von Atomen der einzelnen Elemente in Einem Atom Säure erhält, welche nicht das möglichst einfache Verhältniss ganzer Zahlen darstellt. Von der Citronensäure z. B. nimmt man an, dass 1 Atom derselben aus 4 At. Kohlenstoff, 2 At. Wasserstoff und 4 At. Sauerstoff bestehe, weil in den neutralen citronensauren Salzen der Sauerstoff der Citronensäure das 4fache von dem der Basis ist. Die einfachere Annahme, dass 1 Atom dieser Säure aus 2 At. Kohlenstoff, 1 At. Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff bestehe, ist daher wegen der genannten Rücksicht unstatthaft, weil in diesem Fall ein *neutrales* citronensaures Salz aus 2 At. Citronensäure und 1 At. Basis bestehen würde.

Die angeführte Bezeichnungsart der Zusammensetzung der aus mehr als 2 Elementen bestehenden Verbindungen stellt das nackte Resultat der Analysen dar, insofern sie blos die Anzahl der Atome eines jeden einzelnen Elements angibt, ohne eine Andeutung darüber zu geben, ob nicht etwa die einzelnen Elemente zunächst zu binären Zusammensetzungen verbunden anzunehmen seyn möchten, so dass erst diese, durch ihre Vereinigung, die aus mehr als zwei Elementen bestehende Verbindung bilden würden. Man kann daher diese Bezeichnungsart der Zusammensetzung von Verbindungen, mit Berzelius, die *empirische* nennen; sie kann blos desswegen verschieden ausfallen, 1) insofern man bei der Bestimmung des Atomgewichts der Elemente von verschiedenen Voraussetzungen ausgeht, ob z. B. das Wasser 2 oder 1 At. Wasserstoff auf 1 At. Sauerstoff enthalte: die erste Voraussetzung gibt für den Alkohol z. B. die Formel H^6C^2O , die zweite die Formel H^3C^2O ; 2) insofern man auf die

die Neutralität einer Verbindung Rücksicht nimmt, und die Anzahl von Sauerstoffatomen in einem Atom einer Säure, wie so eben gezeigt wurde, nach der Zahl bestimmt, welche angibt, das Wievielfache der Sauerstoff der Säure von dem Sauerstoff der Basis ist, welche die Säure neutralisirt. Durch Berücksichtigung dieses Umstandes wird jedoch blos die absolute Anzahl der Atome der einzelnen Elemente eine verschiedene, ihre relative Anzahl bleibt dieselbe.

Was nun die unorganischen Verbindungen betrifft, so hält man sich allgemein zu der Annahme berechtigt, dass sie durchaus binäre seyen und sich in solche spalten lassen, wenn sie auch aus noch so vielen Elementen zusammengesetzt sind. Man hält es z. B. für ausgemacht, dass das schwefelsaure Kali aus Schwefelsäure und Kali, der krystallisirte Alaun zunächst aus Wasser und wasserfreiem Alaun, der letztere aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Alaunerde u. s. f. bestehe. Man bezeichnet aus diesem Grunde die Zusammensetzung des schwefelsauren Kalis nicht durch die empirische Formel KSO^+ , sondern durch die rationelle $\text{K}\ddot{\text{S}}$, die Zusammensetzung des krystallisirten Alauns nicht durch $\text{KAl}^3\text{S}^4\text{O}^{10}\text{H}^{2+}$, sondern durch eine der S. 559. 560. 562. angeführten Formeln, und die Blausäure sollte man nicht durch HNC^2 , sondern durch $\text{H} + \text{NC}^2$ bezeichnen.

Wenn wir aber auch als entschieden sollten annehmen dürfen, dass die unorganischen Verbindungen aus lauter binären bestehen, so kann man doch sehr oft darüber in Zweifel seyn, aus welcher bestimmten binären Verbindung man die Verbindung selbst als unmittelbar zusammengesetzt zu betrachten habe, denn man hat in dieser Beziehung gewöhnlich zwischen mehreren Vorstellungsarten die Wahl. — Ich will dieses durch ein von Berzelius gewähltes Beispiel erläutern. Die empirische Formel für das selensaure Zinnoxidul ist SnSeO^4 . Insofern nun dieser Körper aus der unmittel-

baren Verbindung der Selensäure und des Zinnoxiduls hervorgeht, so wird man ihn durch die rationelle Formel $\text{Sn} + \text{Se}$ bezeichnen. Es lassen sich aber noch mehrere andere Vorstellungen über die Zusammensetzung dieses Körpers machen, die durch nicht weniger gültige Gründe unterstützt werden. Wenn wasserhaltige Selensäure mit metallischem Zinn digerirt wird, so entwickelt sich Wasserstoffgas und man erhält jenen Körper (selensaures Zinnoxidul). Hier hat sich also metallisches Zinn mit einem Körper verbunden, der nicht mehr Selensäure, sondern $\text{Se} + 4\text{O}$ ist, und aus der Verbindung dieses Körpers mit Wasserstoff (der wasserhaltigen Selensäure) wird dieser letztere durch Zinn ausgetrieben, so wie seinerseits das Zinn aus derselben Verbindung durch Zink gefällt wird. Man kann daher für die Zusammensetzung des selensauren Zinnoxiduls eben so gut die rationelle Formel $\text{Sn} + \text{Se}$ aufstellen: die wasserhaltige Selensäure würde dann $\text{H} + \text{Se}$ seyn, während sie nach der gewöhnlichen Voraussetzung $\text{H} + \text{S}$ ist. Eben so lassen sich ferner die rationellen Formeln: $\text{SnSe} + 4\text{O}$ (nach welcher das Salz das Oxyd eines zusammengesetzten Radicals seyn würde), oder $\text{Se} + \text{Sn}$, oder endlich $\text{Sn} + \text{Se}$, jede durch mehr oder weniger gewichtige Gründe unterstützt, aufstellen. — Schon vor längerer Zeit hat Dulong eine solche, von der gewöhnlichen abweichende, Ansicht über die Zusammensetzung der wasserhaltigen Sauerstoffsäuren aufgestellt, durch welche die Analogie zwischen diesen Säuren und den Wasserstoffsäuren hergestellt wird, indem man nemlich annimmt, dass der Wasserstoff des Wassers der Säure mit einem Radical verbunden sey, das aus der wasserfreien Säure und dem Sauerstoff des Wassers zusammengesetzt ist, so dass z. B. die wasserhaltige Schwefelsäure nicht $\text{H} + \text{S}$, sondern $\text{H} + \text{S}$, das schwefelsaure Kali nicht $\text{K} + \text{S}$, sondern $\text{K} + \text{S}$ seyn würde.

Wenn es nun aber schon bei den unorganischen Verbindungen oft äusserst schwierig ist, mit einiger Sicherheit zu be-

stimmen, aus welchen bestimmten Combinationen die Verbindung als zusammengesetzt zu betrachten sey, und wenn man schon bei diesen nicht selten im Zweifel ist, welcher Vorstellungsart der Vorzug vor andern möglichen Vorstellungsarten einzuräumen sey, so ist dieses noch in viel höherem Grade bei den *organischen* Verbindungen der Fall.

Es kann hier nicht der Ort seyn, die verschiedenen Gründe gegen einander abzuwägen, durch welche man sich bei jeder einzelnen organischen Verbindung bestimmen lassen kann, die eine oder die andere Combination der Elemente als diejenige zu betrachten, aus welcher die Verbindung selbst unmittelbar hervorgeht: ich begnüge mich an einigen Beispielen zu zeigen, welch grosser Spielraum hinsichtlich einer solchen Wahl eröffnet ist.

1) Die empirische Formel für den Alkohol ist H^3C^2O . Diese lässt sich in die rationelle Formel $H^2C^2 + HO$, oder, was dasselbe ist, in $2HC + \dot{H}$ verwandeln, d. h. der Alkohol kann als eine Verbindung von 2 At. ölbildendem Gas und 1 At. Wasser betrachtet werden. Die empirische Formel für den Alkohol lässt sich aber auch durch die Formel $H^6C^4O^2$ darstellen, indem man die Zahl der Atome aller Elemente mit 2 multiplicirt und so aus 1 Atom, ein Doppelatom Alkohol macht. Letztere Formel lässt sich in die rationelle Formel $H^6C^3 + C^1O^2$ verwandeln, welcher zufolge ein Doppelatom Alkohol aus 3 At. gewöhnlichem Kohlenwasserstoffgas (Sumpfluft) ($= 3 \times H^2C$) und 1 At. Kohlensäure bestehen würde. — Die empirische Formel für den Alkohol lässt sich ferner in die rationelle $H^3C^2 + O$ verwandeln, welcher zufolge der Alkohol das Oxyd eines zusammengesetzten brennbaren Radicals H^3C^2 seyn würde. — Endlich würde sich der Alkohol als eine Verbindung eines Oxyds des Wasserstoffs mit einem Oxyd des Kohlenstoffs betrachten lassen, und insofern der Sauerstoff auf eine beliebige Weise unter den Kohlenstoff und Wasserstoff vertheilt gedacht wer-

den kann, so würde sich eine beliebige Anzahl von Formeln aufstellen lassen, welche die Zusammensetzung des Alkohols aus solchen für sich nicht darstellbaren Oxyden repräsentiren: z. B. $H^3 \frac{1}{2} O + C^2 \frac{1}{2} O$ (oder $H^6 O + C^4 O$); $H^3 \frac{1}{3} O + C^2 \frac{2}{3} O$ (oder $H^9 O + C^6 O^2$) u. s. f. — Diese zuletzt genannte Vorstellungsart empfiehlt sich jedoch, insofern sie eine reine Fiction ist und sich nicht einmal ein Bestimmungsgrund auffinden lässt, sich für diese oder jene Vertheilung des Sauerstoffs unter die brennbaren Elemente zu entscheiden, unter allen am wenigsten.

2) Die empirische Formel für den Aether ist $H^5 C^4 O$. Diese lässt sich in die rationelle Formel $H^4 C^3 + HO$ oder, was dasselbe ist, in $4 HC + \dot{H}$ verwandeln. Der Aether lässt sich daher, gerade wie der Alkohol, als eine Verbindung von ölbildendem Gas und Wasser betrachten; während aber der Alkohol aus 2 At. ölbildendem Gas und 1 At. Wasser besteht, so besteht dagegen der Aether aus 4 At. ölbildendem Gas und 1 At. Wasser. — Auch liesse sich der Aether durch $H^5 C^2 + C^2 O$ repräsentiren, d. h. als eine Verbindung von einem (freilich nicht dargestellten) Kohlenwasserstoff und von Kohlensäure betrachten u. s. f. Der Aether lässt sich ferner als $H^5 C^4 + O$, d. h. als das Oxyd des zusammengesetzten brennbaren Radicals $H^5 C^4$, welches wir = E setzen wollen, betrachten; seine Formel ist dann EO. Dieses Radical E ist von dem Radical des Alkohols verschieden, welches letztere $H^3 C^2$ ist. Nimmt man aber an, das der Alkohol dasselbe Radical, wie der Aether, enthalte, so ist der Aether ein wasserfreies Oxyd dieses Radicals und der Alkohol ein Hydrat dieses Oxyds. Die empirische Formel des Alkohols ist nemlich $H^3 C^2 O$ oder $H^6 C^4 O^2$. Die Zusammensetzung des Alkohols lässt sich daher durch $H^5 C^4 O + HO = EO + \dot{H}$ repräsentiren.

3) Gewisse organische, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende, Verbindungen enthalten den Wasser-

stoff und Sauerstoff genau in dem Verhältniss, in welchem diese Elemente im Wasser verbunden sind. Einige betrachten daher alle derartige Verbindungen als bestehend aus einer gewissen Anzahl von Kohlenstoff- und von Wasseratomen, als *Hydrate des Kohlenstoffs*. Hieher gehören die Stärke, das Gummi, der Milchzucker, der Rohrzucker, der Traubenzucker, die Essigsäure, die Milchsäure, die Chinsäure. — Man könnte aber auch diejenigen Verbindungen solcher Art, welche eine grössere Menge von Wasser in Vergleichung mit der Menge des Kohlenstoffs enthalten als andere, als Hydrate dieser anderen Verbindungen betrachten; den Rohrzucker, der Traubenzucker, das Gummi z. B. als Hydrate des Stärkmehls.

4) Es gibt organische Verbindungen von einer solchen Zusammensetzung, dass die relative Menge des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, oder des Kohlenstoffs und Sauerstoffs in beiden die gleiche ist, dass aber die eine Verbindung in dem ersteren Fall eine grössere Menge von Sauerstoff, in dem letzteren eine grössere Menge von Wasserstoff als die andere enthält. Man wird daher die erstere Verbindung im ersten Fall als ein Oxyd, im letzteren als ein Hydrür der andern Verbindung betrachten können. — So ist in der Schleimsäure und dem Stärkmehl die relative Menge des Kohlenstoffs und Wasserstoffs die gleiche; 1 Atom Schleimsäure enthält aber 16 At. Sauerstoff, während 1 At. Stärkmehl nur 10 At. Sauerstoff enthält; man kann daher die Schleimsäure als ein Oxyd des Stärkmehls, als eine Verbindung von 1 At. Stärkmehl mit 6 At. Sauerstoff betrachten, ungeachtet die Schleimsäure nicht durch Oxydation des Stärkmehls, wohl aber durch Oxydation des Milchzuckers und des Gummis, welche beide Substanzen dem Stärkmehl in Absicht auf Zusammensetzung sehr analog sind, hervorgebracht werden kann, wenn man Gummi oder Milchzucker mit Salpetersäure behandelt. — Ebenso würde sich der Mannazucker (Mannit)

als ein Hydrür des krystallisirten Milchzuckers betrachten lassen, insofern Milchzucker plus eine gewisse Menge von Wasserstoff, Mannit gibt.

5) In den zuletzt angeführten Beispielen ist das Radical, welches mit Sauerstoff das Oxyd, oder mit Wasserstoff das Hydrür bildet, für sich darstellbar; eine Spaltung der Verbindung in Radical und Sauerstoff, oder in Radical und Wasserstoff ist daher keine ganz willkührliche Operation, was sie in der That im Allgemeinen seyn würde, wenn dieses Radical für sich nicht darstellbar wäre, wo dann mit jeder organischen Verbindung beliebig viele Spaltungen in Radical und Sauerstoff oder in Radical und Wasserstoff oder in Radical und Kohlenstoff vorgenommen werden könnten. — Es gibt jedoch Fälle, in welchen eine solche Spaltung dringend angezeigt ist, ungeachtet das durch die Spaltung erhaltene Radical für sich noch nicht dargestellt werden konnte. Ein Beispiel eines solchen Falls liefert das S. 438. angeführte Bittermandelöl. Die empirische Formel für das blausäurefreie, reine Bittermandelöl ist $7C + 3H + O$ oder $14C + 6H + 2O$ (in der Voraussetzung, dass das Wasser $H + O$, die Kohlensäure $C + 2O$ ist). Es liegen aber die gewichtigsten Gründe vor, diese empirische Formel in die rationelle $(14C + 5H + 2O) + H$ zu verwandeln, zufolge welcher das Bittermandelöl aus einem Atom eines zusammengesetzten, für sich bis jetzt nicht dargestellten, Radicals (Benzoyl) und aus 1 At. Wasserstoff besteht, d. h. Benzoyl-Wasserstoff ist. Dadurch nemlich, dass von den 6 Atomen Wasserstoff, welche das Bittermandelöl enthält, eines gegen ein Atom verschiedener anderer Elemente ausgetauscht wird, entstehen neue Verbindungen, die aus Benzoyl und einem dieser anderen Elemente zusammengesetzt sind. Wird z. B. eines der 6 At. Wasserstoff des Bittermandelöls gegen 1 At. Sauerstoff vertauscht, so erhält man wasserfreie Benzoësäure, nemlich: $(14C + 5H + 2O) + O$, welche daher Benzoyl-

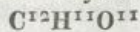
Sauerstoff ist; wird 1 At. Wasserstoff des Bittermandelöls gegen 1 At. Chlor, Brom, Jod, Schwefel oder Cyan vertauscht, so erhält man Chlor-, Brom-, Jod-, Schwefel-, Cyan-Benzoyl. Es lässt sich daher wenigstens mit eben so grosser Sicherheit behaupten, dass das Bittermandelöl Benzoylwasserstoff sey, als man behauptet, das schwefelsaure Kali bestehe aus Schwefelsäure und Kali, ungeachtet das Benzoyl noch nicht dargestellt worden ist, das Bittermandelöl daher aus Benzoyl und Wasserstoff nicht zusammengesetzt werden kann, während das schwefelsaure Kali aus Schwefelsäure und Kali wirklich zusammengesetzt werden kann.

Die bisher angeführten Beispiele waren von der Art, dass die relative Anzahl der Atome in einer organischen Verbindung durch *ziemlich kleine ganze Zahlen* ausgedrückt werden konnte. Dieses ist jedoch nicht immer der Fall; vielmehr lässt sich bei vielen organischen Verbindungen diese relative Anzahl von Atomen nur durch *grössere ganze Zahlen* ausdrücken, wenn man anders dem Resultat der Analyse keinen zu grossen Zwang anthun will. Je grösser aber diese Zahlen werden, desto gezwungener erscheint die Voraussetzung, dass die Zusammensetzung solcher Verbindungen von dem Gesetz des Mischungsgewichtes abhängig sey, denn es ist klar, dass die Zusammensetzung einer jeden noch so wenig bestimmt charakterisirten Verbindung, die sogar ein blosses Gemenge von unzähligen Verbindungen seyn dürfte, die mit einem Wort in gar keiner Abhängigkeit von dem Gesetz des Mischungsgewichtes steht, sehr genau durch Zahlen wird dargestellt werden können, welche Vielfache von den Atomgewichten der Elemente sind, sobald die Grösse der Zahlen, welche diese Multipla anzeigen, unbegrenzt seyn darf. — Schon die Zusammensetzung des gemeinen Zuckers z. B., einer krystallisirten und überhaupt wohl

charakterisirten organischen Verbindung, lässt sich nur durch Multipla der Atomgewichte seiner Elemente nach grösseren Zahlen darstellen, wenn man dem Resultat der Analyse nicht Gewalt anthun will. Der reine krystallisirte Rohrzucker ist so zusammengesetzt, dass man ihn, in der Hypothese, nach welcher das Wasser 1 At. Wasserstoff enthält, als $C^{12}H^{11}O^{11}$, und in der Hypothese, nach welcher das Wasser 2 At. Wasserstoff enthält, als $C^{12}H^{22}O^{11}$ betrachten muss. — Der reine krystallisirte Traubenzucker ist so zusammengesetzt, dass man für denselben die empirische Formel $C^{12}H^{14}O^{14}$ (wenn das Wasser $H + O$ ist), oder die Formel $C^{12}H^{28}O^{14}$ (wenn das Wasser $2H + O$ ist) aufstellen kann. (Diese letzteren Formeln, die durch Division der Anzahl der Atome eines jeden einzelnen Elementes durch die Zahl 2 einfacher würden, sind desswegen gewählt, damit die Vergleichung der Zusammensetzung des Traubenzuckers mit der des Rohrzuckers anschaulicher gemacht werde. Die Zusammensetzung des letzteren lässt sich, wenn man halbe Atome vermeiden will, nicht durch kleinere Zahlen repräsentiren).

Die Zusammensetzung dieser beiden Zuckerarten, welche der Gährung fähig sind, wobei sie in Alkohol und Kohlensäure zersetzt werden, gibt zugleich den Schlüssel zur Erklärung der bei der Gährung sich zeigenden Erscheinungen, wenigstens was die Qualität und Quantität der dabei erhaltenen Producte betrifft.

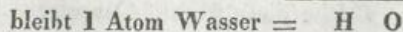
Die empirische Formel für ein At. krystallisirten Rohrzucker ist



Hievon 2 At. Aether = $2(C^4H^5O) = C^8 H^{10}O^2$ abgezogen,

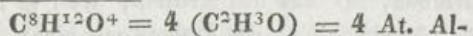
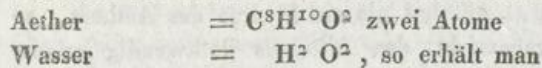


Hievon 4 At. Kohlensäure = $4(CO^2) = C^4 O^8$ abgezogen,



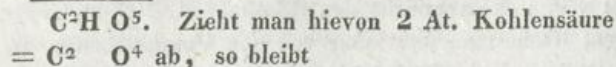
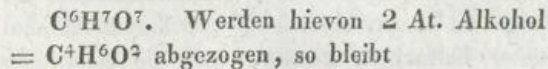
Ein Atom Rohrzucker wird daher bei seiner Zersetzung 2 At. Aether, 4 At. Kohlensäure und 1 Atom Wasser bilden.

Man könnte daher 1 Atom krystallisirten Rohrzucker als eine Verbindung von 2 At. doppelt-kohlensaurem Aether mit 1 At. Wasser betrachten. Dieses eine Atom Wasser ist aber, wie Berzelius gezeigt hat, Krystallwasser und lässt sich durch Basen abscheiden. Der von diesem Wasser befreite Zucker, so wie er z. B. in seiner Verbindung mit Bleioxyd vorkommt, ist $C^{12}H^{10}O^{10}$, und ein Atom dieses wasserfreien Zuckers würde nichts als 2 At. Aether und 4 At. Kohlensäure liefern. Da nun aber bei der Gährung nicht Aether, sondern Alkohol gebildet wird, der Alkohol aber als ein Hydrat des Aethers betrachtet werden kann, so wird der aus der Zersetzung des wasserfreien Zuckers hervorgehende Aether noch 2 Atome Wasser aufnehmen müssen, um unter den Producten der Gährung als Alkohol zum Vorschein zu kommen. Addirt man nemlich zu 2 Atomen



Ein Atom wasserfreier Rohrzucker liefert daher bei der Gährung 4 At. Alkohol und 4 At. Kohlensäure, indem die 2 At. Aether, welche er zunächst liefern würde, durch Aufnahme von 2 At. Wasser, in 4 At. Alkohol sich verwandeln. 1 At. krystallisirter Rohrzucker dagegen wird bloß 1 At. Wasser aufnehmen müssen, um 4 At. Alkohol und 4 At. Kohlensäure zu erzeugen.

Die empirische Formel für die Zusammensetzung eines Atoms Traubenzucker ist in ihrer einfachsten Gestalt



H O d. h. 1 At. Wasser.

1 At. krystallisirter Traubenzucker wird daher bei der Gährung 2 At. Alkohol und 2 At. Kohlensäure liefern, und es wird dabei nicht nur kein Wasser aufgenommen, sondern es bleibt sogar 1 At. Wasser übrig. Man könnte daher den krystallisirten Traubenzucker als eine Verbindung von 2 *At. einfach-kohlensaurem Alkohol mit 1 At. Wasser* betrachten. — Einen von diesem verschiedenen Ausdruck für die Zusammensetzung des Traubenzuckers erhält man aber, wenn man die Bestimmung des Atomgewichts des Alkohols davon abhängig macht, dass man den Alkohol als ein Hydrat des Aethers betrachtet. Wir haben gesehen, dass, sofern man für den Aether und für den Alkohol rein empirische Formeln aufstellt, das Atomgewicht des Alkohols kleiner wird, als das des Aethers, denn die einfachste Formel für den Aether ist H^5C^4O , für den Alkohol aber H^3C^2O . Betrachten wir aber den Alkohol als ein Hydrat des Aethers, so muss das Atomgewicht des Alkohols nothwendig grösser werden, als das des Aethers, weil es aus der Verbindung des Atomgewichts des Aethers mit einer gewissen Menge von Wasser hervorgeht. In der That erhält man das Atomgewicht des Alkohols, wenn man zu dem Atomgewicht des Aethers das Gewicht eines Atoms Wasser hinzulegt; $H^5C^4O + HO$ gibt nemlich $H^6C^4O^2$, welche Formel eben so gut, wie die rein empirische H^3C^2O , die Zusammensetzung des Alkohols repräsentirt: das Atomgewicht des Alkohols wird aber dann gerade doppelt so gross, als wenn man dasselbe auf die rein empirische Weise bestimmt. Bei der obigen Berechnung, welche das Resultat lieferte, dass man den Traubenzucker als eine Verbindung von 2 At. einfach-kohlensaurem Alkohol mit 1 At. Wasser betrachten könnte, ward die empirische Formel für das Atomgewicht des Alkohols H^3C^2O zu Grunde gelegt. Geht man jetzt aber von der Voraussetzung aus, dass der Alkohol ein Hydrat des Aethers sey, so stellt ein Atom Alkohol nach der vorigen Berechnungsart nur $\frac{1}{2}$ At.

Alkohol dar, und 1 At. Traubenzucker wird bei der Gährung nur 1 At. Alkohol, und, wie vorher, 2 At. Kohlensäure und 1 At. Wasser liefern, d. h. man wird den Traubenzucker als eine Verbindung von 1 At. *doppelt-kohlensaurem Alkohol* mit 1 At. *Wasser* betrachten müssen. — Wollte man endlich, der Analogie des Traubenzuckers mit dem Rohrzucker zu gefallen, das Atomgewicht des ersteren doppelt so gross annehmen, als man es annehmen muss, wenn man der empirischen Formel für den Traubenzucker die einfachste Gestalt gibt, wollte man also das Atom des Traubenzuckers = $C^{12}H^{14}O^{14}$ setzen, so würde 1 At. Traubenzucker bei der Gährung 2 At. *doppelt-kohlensauren Alkohol* + 2 At. *Wasser* liefern.

Es gibt gewisse organische Verbindungen, die hinsichtlich vieler und gerade sehr wesentlicher Eigenschaften miteinander übereinstimmen, während sie sich in andern, minder wesentlichen Eigenschaften von einander unterscheiden, so dass sie gleichsam ein *Geschlecht* von organischen Verbindungen ausmachen, dessen verschiedene *Species* sie darstellen. Andere organische Verbindungen können zwar in gewissen Eigenschaften mit einigen andern übereinstimmen, zeigen sich aber in sehr wesentlichen Eigenschaften von jeder andern verschieden und können daher nicht als *Species* eines Geschlechts auftreten. Beispiele der ersteren Art von Verbindungen liefern die verschiedenen fetten und ätherischen Oele, die verschiedenen Arten des gährungsfähigen Zuckers; Beispiele der zweiten Art liefern die verschiedenen Säuren, die zwar insofern einander ähnlich sind, als sie sämmtlich eine grosse Neigung zeigen, sich mit Basen zu verbinden, aber in andern Beziehungen sehr grosse Verschiedenheiten von einander zeigen.

Die Vermuthung lag nahe, dass die Verbindungen der

ersteren Art auch in ihrer Zusammensetzung mehr mit einander übereinstimmen werden, als die Verbindungen der letzteren Art, dass namentlich die Zusammensetzung der Verbindungen ersterer Art sich nur durch eine grössere Anzahl von Atomen der Elemente werde darstellen lassen, so dass durch kleine Veränderungen in der Zusammensetzung, welche die Verbindungen dadurch erleiden, dass zu den mehreren Atomen von einem oder von zweien der in die Verbindung eingehenden Elemente, eines hinzugefügt, oder von denselben eines hinweggenommen wird (wodurch dann das *Verhältniss* der Anzahl der Atome der verschiedenen Elemente keine *bedeutende* Aenderung erleiden würde), nur unbedeutende Modifikationen in den Eigenschaften der Verbindung hervorgebracht werden könnten, welche die *wesentlichsten* Eigenschaften derselben unberührt lassen würden. — Wenn auf der andern Seite der grösseren Verschiedenheit in den Eigenschaften von Verbindungen der letzteren Art, auch eine grössere Verschiedenheit in der Zusammensetzung zur Seite steht, so lässt sich erwarten, dass sich die Zusammensetzung solcher Verbindungen durch eine kleinere Anzahl von Atomen der Elemente werde darstellen lassen, weil nur unter dieser Voraussetzung, mit Hinzufügung oder Hinwegnahme auch nur eines einzigen Atoms eines Elements, die Zusammensetzung der Verbindung sehr bedeutend geändert werden muss.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die Aehnlichkeit in den Eigenschaften gewisser organischer Verbindungen *gewöhnlich* in ihrer Aehnlichkeit in Absicht auf Zusammensetzung, folglich zunächst in dem Umstande begründet ist, dass sich ihre mittelst einer empirischen Formel dargestellte Zusammensetzung nur durch grössere Multipla der Atomgewichte der einzelnen Elemente darstellen lässt. Wenn jedoch, wie dieses immer wahrscheinlicher wird, die organischen Verbindungen als binäre zu betrachten sind, so wird

die Aehnlichkeit in den Eigenschaften gewisser organischer Verbindungen in der Aehnlichkeit der Bestandtheile der binären Verbindung begründet seyn. Die Zucker-Arten z. B. lassen sich als binäre Verbindungen von Kohle und Wasser betrachten: der Rohrzucker ist $12C + 11H$, der Milchzucker $12C + 12H$, der Traubenzucker $12C + 14H$. Ebenso, wenn der Aether das Oxyd eines zusammengesetzten brennbaren Radicals $E (= C^2H^5)$, $= E + O$ ist, so ist der Holzgeist $E + 2O$, und der Alkohol $(E + O) + H$, der Chlorwasserstoffäther $E + Cl$, u. s. f. Die Aehnlichkeit in den Eigenschaften des Aethers, Holzgeistes, Alkohols und Salzäthers würde daher in der analogen Zusammensetzung dieser binären Verbindungen ihre Erklärung finden.

Es kommt aber hierbei noch ein sehr merkwürdiger Umstand in Betracht, den wir später ausführlicher erörtern werden, dass es nemlich organische Verbindungen gibt, deren Zusammensetzung durch die *gleiche* empirische Formel repräsentirt wird, und welche dennoch in ihren Eigenschaften sehr verschieden sind. So zeigen z. B. Weinsäure und Traubensäure, Stärkmehl und Milchsäure, bei vollkommener Gleichheit der relativen Menge der in ihre Zusammensetzung eingehenden Elementarstoffe, dennoch sehr verschiedene Eigenschaften, deren Ursache, wie es scheint, auf einer *verschiedenen Anordnung* der Atome, oder auf der *verschiedenen Art*, wie die Atome zu binären Verbindungen gruppiert sind, beruht.

Wenn man die sogenannten einfachen organischen Verbindungen als binäre Verbindungen betrachtet, so sind sie den unorganischen Verbindungen analog zusammengesetzt und entsprechen, je nach den verschiedenen Ansichten, entweder den unorganischen Verbindungen erster Ordnung (Säuren, Oxyden), oder den unorganischen Verbindungen zwei-

ter Ordnung (salzartigen Verbindungen). Wenn z. B. der Aether $E + O$ ist, so ist er einer unorganischen Verbindung erster Ordnung, einem Oxyd oder einer Säure zu vergleichen, deren Radical ein zusammengesetztes ist, aber die Rolle eines Elements spielt; er ist dann der Cyansäure $Cy + O$, deren Radical gleichfalls ein zusammengesetztes ist, und die man nie Anstand genommen hat, den unorganischen Verbindungen beizuzählen, vollkommen analog. Ist dagegen der Aether $H^+C^+ + HO$, oder $4(HC) + HO$, d. h. eine Verbindung von 4 At. ölbildendem Gas mit 1 At. Wasser, so ist seine Zusammensetzung der der salzartigen unorganischen Verbindungen zweiter Ordnung analog.

Betrachtet man dagegen alle organischen Verbindungen als ternäre oder quaternäre, so müsste man sie, insofern sie, ohne ihren organischen Charakter zu verlieren, nicht weiter spaltbar seyn würden, strenge genommen, mit den *Elementen* in Eine Linie setzen, welche in die Zusammensetzung der unorganischen Verbindungen eingehen. Gewöhnlich aber vergleicht man sie mit den einfachsten unorganischen Verbindungen, d. h. mit den unorganischen Verbindungen erster Ordnung, von denen sie sich dann allerdings (diejenigen jedoch ausgenommen, deren Radical ein zusammengesetztes ist, wie Blausäure, Cyansäure u. s. f.) durch grössere Zusammengesetztheit unterscheiden. Aber auch dieser Unterschied beschränkt sich auf die einfachen organischen Verbindungen und die unorganischen Verbindungen erster Ordnung; denn in ihren höheren Verbindungsstufen, sowohl mit organischen, als mit unorganischen Substanzen, gehorchen die einfachen organischen Verbindungen denselben Gesetzen, namentlich dem Gesetz der multiplen Proportionen, wie die unorganischen Verbindungen erster Ordnung. So bildet 1 At. Weinsäure mit 1 At. Kali, 1 At. einfach-weinsaures Kali; 2 At. Weinsäure mit 1 At. Kali, 1 At. doppeltweinsaures Kali; 1 At. einfach-weinsaures Kali mit 1 At. einfachweinsaurem Natron, 1 At. weinsaures Kali - Natron u. s. f.

serfreier Säure und 1 At. Wasser besteht. Um daher die Menge des zu der Zersetzung der erwähnten Salze erforderlichen Vitriolöls zu bestimmen, muss noch die Menge von Wasser zu der wasserfreien Schwefelsäure addirt werden, welche dem Gewicht eines Atoms Wasser entspricht. Man findet diese Wassermenge durch folgende Gleichung:

$$\begin{array}{r} 101.2 \\ 58.7 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 101.2 \\ 58.7 \end{array}} \right\} : \text{Atomgewicht des Wassers} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 101.2 \\ 58.7 \end{array}} \right\} = 100 : x = \begin{array}{r} 8.89 \\ 15.33 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 8.89 \\ 15.33 \end{array}} \right\}$$

folglich ist die zur Zersetzung des Salpeters } erforderliche Menge von Vitriolöl
Kochsalzes }

$$\begin{array}{r} = 39.52 + 8.89 \\ 68.14 + 15.33 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} = 39.52 + 8.89 \\ 68.14 + 15.33 \end{array}} \right\} = \begin{array}{r} 48.41 \\ 83.47 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 48.41 \\ 83.47 \end{array}} \right\}$$

Hiebei wird vorausgesetzt, dass das Salz, welches durch die Verbindung der Schwefelsäure mit der Basis des zu zersetzenden Salzes entstehen soll, auf derselben Sättigungsstufe sich befinde, wie das zersetzte Salz. Die Erfahrung lehrt aber, dass die Zersetzung bisweilen leichter und vollständiger erfolgt, wenn man mehr Säure zur Zersetzung anwendet, als eigentlich erfordert wird, wenn man namentlich so viel Säure anwendet, dass das durch die Zersetzung entstehende Salz ein saures, gewöhnlich ein doppeltsaures Salz, wird. (Vgl. S. 225. 129.) In diesem Fall braucht man also doppelt so viel Säure, d. h. so viel Säure, als einem doppelten Atomgewicht der Säure entspricht. So ist es namentlich zweckmässig, zu der Zersetzung des salpetersauren Kalis so viel Schwefelsäure zu nehmen, dass doppelt schwefelsaures Kali entsteht. Man wird daher auf 100 Th. Salpeter $2 \times 48.41 = 96.82$ Vitriolöl nehmen.

Für die Bestimmung, wie viel Kalk erfordert wird, um 100 Th. einfach-kohlensaures Kali zu zersetzen, so dass die ganze Menge des Kalis frei (kaustisch) werde, hat man die Gleichung:

$$\text{Atomgewicht des einfach-kohlensauren Kalis} \left. \vphantom{\text{Atomgewicht des einfach-kohlensauren Kalis}} \right\} : \text{Atomgewicht}$$

69.2

}

des

des Kalks } = 100 : x } . Man würde daher 41.2 Th. Kalk
 28.5 } 41.2 }

hiez zu gebrauchen. Da jedoch das kohlen saure Kali sowohl als der Kalk selten in vollkommen reinem Zustand angewendet werden, so sind die angegebenen Zahlenverhältnisse Modifikationen unterworfen.

Ebenso findet man, dass 100 Th. salzsaures Ammoniak 53.4 Kalk zur Zersetzung erfordern; man nimmt aber gewöhnlich doppelt so viel Kalk, weil beide Substanzen in Pulverform mit einander gemengt werden müssen und bei der Zersetzung nicht schmelzen, daher nicht in innige Berührung mit einander kommen können. Würde man nur so viel Kalk nehmen, als zur Zersetzung unumgänglich nothwendig ist, so würde ein bedeutender Theil Salmiak unzersetzt sich verflüchtigen. — Wir sehen also, dass man, wenn die Zersetzung vollständig oder doch mit Leichtigkeit erfolgen soll, in der Praxis häufig eine grössere Menge von der Substanz, welche die Zersetzung bewirken soll, anwenden muss, als diejenige ist, welche die Theorie fordert. Dieses ist besonders dann der Fall, wenn die einander zersetzenden Substanzen nicht durch das Medium des Wassers oder des Feuers (insofern dieses bisweilen einen flüssigen Zustand hervorzubringen vermag) in innige Berührung mit einander gebracht werden können.

2) Ebenso ergibt sich aus der Vergleichung der Atomgewichte zweier Salze, die einander gegenseitig zersetzen, unmittelbar, wie viel von beiden erfordert wird, wenn die Zersetzung gegenseitig vollständig seyn soll. Wie viel salpetersaurer Baryt z. B. erfordert werde, um 100 Th. einfach-schwefelsaures Kali zu zersetzen, findet man durch die Gleichung:

Atomgewicht des salpetersauren Baryts } : Atomgewicht des
 130.6 }

einfach-schwefelsauren Kalis } = x } : 100. Das Atomge-
 87.2 } 149.8 }

wicht des doppelt-schwefelsauren Kalis ist um 1 Atomgewicht der Schwefelsäure, d. h. um 40 schwerer, als das Atomgewicht des einfach-schwefelsauren Kalis, es ist daher $= 87.2 + 40 = 127.2$, oder insofern es 2 Atome Wasser ($= 18$) enthält, $= 145.2$. Da der schwefelsaure Baryt mit Schwefelsäure kein saures Salz bildet, so muss, wenn 1 At. salpetersaurer Baryt und 1 At. doppelt-schwefelsaures Kali sich zersetzen, 1 At. Schwefelsäure frei werden, welche sich dann mit der aus dem Barytsalz freiwerdenden Salpetersäure in das Kali des schwefelsauren Kalis theilt.

3) Wenn zwei Verbindungen erster Ordnung sich gegenseitig zersetzen, so fragt sich, welche Producte bilden sich bei der Zersetzung, und in welchem quantitativen Verhältniss stehen diese Producte?

Das (wasserfreie) salpetersaure Ammoniak besteht aus 1 At. Salpetersäure und 1 At. Ammoniak. Man weiss, dass beim Erhitzen dieses Salzes die ganze Wasserstoffmenge des Ammoniaks in Wasser verwandelt und ausserdem eine gasförmige Verbindung gebildet wird; es fragt sich nun, von welcher Natur dieses Gas sey, und in welchem Verhältniss die Menge desselben zur Menge des sich bildenden Wassers stehe?

1 At. Salpetersäure enthält 1 At. Stickstoff und 5 At. Sauerstoff,
 1 At. Ammoniak — 1 At. Stickstoff und 3 At. Wasserstoff; 3 At. Wasserstoff bilden mit 3 At. Sauerstoff 3 At. Wasser; es bleiben mithin 2 At. Sauerstoff, die mit 2 At. Stickstoff verbunden sind; 1 At. Sauerstoff bildet aber mit 1 At. Stickstoff 1 At. Stickoxydulgas, mithin entstehen auf 3 Atome Wasser, 2 Atome Stickoxydulgas.

3 Atome Wasser aber sind $= 27$, und

2 At. Stickoxydulgas $= 44$, mithin bilden sich auf 27 Th. Wasser, 44 Th. Stickoxydulgas, und 100 Th. wasserfreies salpetersaures Ammoniak werden, dem Gewicht

nach, nahe 62 Th. Stickoxydulgas geben, denn
 $100 : 27 + 44 \left. \vphantom{100} \right\} = 61 \frac{2}{3} : 44$, und diese Gewichtstheile las-

71

sen sich leicht auf Maasstheile reduciren.

Ich habe bei dieser Berechnung die erstere der oft erwähn-
 ten Voraussetzungen zu Grunde gelegt, nach welcher das Was-
 ser aus 1 At. Sauerstoff und 1 At. Wasserstoff, das Stickoxydul-
 gas aus 1 At. Stickstoff und 1 At. Sauerstoff, mithin die Salpe-
 tersäure aus 1 At. Stickstoff und 5 At. Sauerstoff besteht. — Ich
 will nun zeigen, wie bei Zugrundlegung der zweiten jener
 Voraussetzungen, welche sich auf die Volumenstheorie bezieht,
 dasselbe Resultat erhalten wird. Nach dieser besteht das Was-
 ser aus 1 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff, das Stickoxy-
 dulgas aus 2 At. Stickstoff und 1 At. Sauerstoff, die Salpetersäu-
 re aus 2 At. Stickstoff und 5 At. Sauerstoff, 1 Atom Ammoniak
 aus 1 Doppelatom Stickstoff und 3 Doppelatomen Wasserstoff,
 oder aus 2 At. Stickstoff und 6 At. Wasserstoff, das salpeter-
 saure Ammoniak aus 1 At. Salpetersäure und 1 At. Ammoniak.
 Alles dieses ist oben ausführlich entwickelt worden. Demnach
 besteht

1 At. Salpetersäure aus 2 At. Stickstoff und 5 At. Sauerstoff,
 1 At. Ammoniak aus 2 At. Stickstoff und 6 At. Wasserstoff.
 6 At. Wasserstoff bilden aber mit 3 At. Sauerstoff 3 At. Wasser;
 es bleiben mithin 2 At. Sauerstoff mit 4 At. Stickstoff verbunden.
 Nun bildet aber, nach dieser Voraussetzung, 1 At. Sauerstoff mit
 2 At. Stickstoff 1 At. Stickoxydulgas, und man erhält wieder 3
 At. Wasser auf 2 At. Stickoxydulgas. 3 At. Wasser sind =
 $3 \times (16 + 2) = 54$, 2 At. Stickoxydulgas = $2 (2 \times 14 + 16) =$
 2×44 ; aber $54 : 2 \times 44 = 27 : 44$. Mithin stehen die Mengen des
 Wassers und des Stickoxydulgases in demselben Verhältniss
 wie vorhin.

Die Cyansäure wird durch Wasser so zersetzt, dass sich
 die ganze Menge ihres Stickstoffs in Ammoniak verwandelt.
 Es fragt sich, was aus dem Kohlenstoff und Sauerstoff die-
 ser Säure werde?

1 At. Cyansäure besteht aus 1 At. Stickstoff, 2 At. Koh-
 lenstoff und 1 At. Sauerstoff. 1 At. Cyansäure muss daher

3 At. Wasserstoff aus 3 At. Wasser aufnehmen, um 1 At. Ammoniak zu bilden. Diese 3 Atome Wasser enthalten 3 At. Sauerstoff, welche mit dem 1 At. Sauerstoff der Cyansäure 4 Atome geben, die mit den 2 At. Kohlenstoff der Cyansäure 2 Atome Kohlensäure bilden, da die Kohlensäure aus 1 At. Kohlenstoff und 2 At. Sauerstoff besteht. 1 At. Cyansäure zersetzt sich daher mit 3 At. Wasser zu 1 At. Ammoniak + 2 At. Kohlensäure, d. h. zu 1 At. doppelt-kohlensaurem Ammoniak.

Nach der zweiten der oft erwähnten Voraussetzungen, welche das Atom des Stickstoffs in Beziehung auf das des Sauerstoffs und Kohlenstoffs nur halb so gross setzt, als die erste, besteht die Cyansäure aus 2 At. Stickstoff, 2 At. Kohlenstoff und 1 At. Sauerstoff; die 2 At. Stickstoff bilden mit 6 At. Wasserstoff aus 3 Atomen Wasser, 1 At. Ammoniak (das nach dieser Voraussetzung aus 1 Doppelatom von Stickstoff und 3 Doppelatomen von Wasserstoff besteht), während die 3 Atome Sauerstoff aus dem Wasser mit dem 1 At. Sauerstoff der Säure 4 Atome bilden, die mit 2 At. Kohlenstoff, 2 Atome Kohlensäure ausmachen.

4) Man kennt die Summe der Gewichte zweier Salze, welche dieselbe Säure, aber zwei verschiedene, ihrer Natur nach bekannte Basen enthalten; man kennt ferner die ganze Menge der mit beiden Basen verbundenen Säure, und soll nun aus diesen Datis das Gewicht jeder einzelnen Basis und somit das Gewicht jedes einzelnen Salzes bestimmen.

Die bekannte Summe der Gewichte beider Salze sey = P, das gleichfalls bekannte Gewicht der ganzen Säuremenge = S. Somit ist auch das Gewicht der Summe der Basen = P - S bekannt.

Man setze dieses Gewicht = r.

Das Gewicht der einen Basis sey = x, so ist das Gewicht der andern Basis = r - x. Das Gewicht der mit der Basis, deren Gewicht = x ist, verbundenen Säure sey = y, o ist das Gewicht der mit derjenigen Basis, deren Gewicht

= r - x ist, verbundenen Säure = S - y. Nimmt man — als den einfachsten und häufigsten Fall — an, dass 1 Atom Basis mit 1 At. Säure verbunden sey, so verhalten sich die Gewichte der Basen zu den Gewichten der mit ihnen verbundenen Säure, wie die bekannten Atomgewichte der Basen zu dem ebenfalls bekannten Atomgewicht der Säure. Man hat also:

$$x : y = b : a$$

r - x : S - y = b' : a, wo b, b', a gegebene Grössen sind.

$$\text{Hieraus folgt } x = \frac{by}{a}, r - x = \frac{b'(S - y)}{a}$$

$$x + r - x \left. \vphantom{\begin{matrix} x \\ r \end{matrix}} \right\} = \frac{by}{a} + \frac{b'(S - y)}{a}$$

$$ar = by + b'(S - y) = by + b'S - b'y$$

$$= y(b - b') + b'S$$

$$ar - b'S = y(b - b')$$

$$\frac{ar - b'S}{b - b'} = y; \text{ folglich}$$

$\frac{b}{a} \left(\frac{ar - b'S}{b - b'} \right) = x =$ dem Gewicht der einen Basis (weil $x =$

$\frac{b}{a} \times y$), und $r - x = r - \frac{b}{a} \left(\frac{ar - b'S}{b - b'} \right) =$ dem Gewicht der andern Basis.

Es sey z. B. das Gewicht eines Gemenges von einfach-schwefelsaurem Kali und einfach-schwefelsaurem Natron = 20 Grammen, die Menge der darinn enthaltenen Schwefelsäure = 10.5 Grammen; so ist P = 20, S = 10.5, P - S = r = 9.5; Gewicht des Kalis = x, Gewicht des Natrons = 9.5 - x, Gewicht der mit dem Kali verbundenen Schwefelsäure = y, Gewicht der mit dem Natron verbundenen Schwefelsäure = S - y = 10.5 - y

$$x : y = \text{Atomgew. des Kalis} \left. \vphantom{\begin{matrix} b \\ 47.2 \end{matrix}} \right\} : \text{Atomgew. der Schwefelsäure} \left. \vphantom{\begin{matrix} a \\ 40 \end{matrix}} \right\}$$

$$9.5 - x : 10.5 - y = \text{Atomgew. des Natrons} \left. \vphantom{\begin{matrix} b' \\ 31.3 \end{matrix}} \right\} : \text{Atomgew. der Schwefelsäure} \left. \vphantom{\begin{matrix} a \\ 40 \end{matrix}} \right\}$$

$$\text{Menge des Kalis} \left. \vphantom{\begin{matrix} x \\ 40 \end{matrix}} \right\} = \frac{47.2}{40} \times \left(\frac{40(9.5) - 31.3(10.5)}{47.2 - 31.3} \right)$$

= 3.8114; Menge des Natrons = $9.5 - x = 5.6886$;
 schwefelsaures Kali = 7.044, schwefelsaures Natron = 12.956,
 Summe des schwefelsauren Kalis und des schwefelsauren
 Natrons = 20.000.

Diese Methode, durch Rechnung die relative Menge zweier Basen zu bestimmen, ist besonders dann von grossem Werth, wenn die directe Trennung derselben mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist, wie es namentlich bei dem Kali und Natron der Fall ist; sie ist übrigens vorzüglich dann anwendbar, wenn die eine der beiden Basen nicht in gar zu geringer Menge mit der andern gemengt vorkommt, und wenn die Menge der Säure leicht mit grosser Genauigkeit bestimmt werden kann, wie dieses z. B. bei der Schwefelsäure und Salzsäure der Fall ist.

5) Wenn ein Gemenge von schwefelsaurem Natron, Kohle und kohlensaurem Kalk geglüht wird, so bildet sich kohlensaures Natron und Schwefelcalcium. Man kann sich hierbei vorstellen, dass das schwefelsaure Natron zuerst durch die Kohle in Schwefelnatrium verwandelt werde, und dass dann dieses und der kohlensaure Kalk ihre Bestandtheile so gegen einander austauschen, dass kohlensaures Natron und Schwefelcalcium gebildet wird. — Es fragt sich, in welchem Gewichtsverhältniss müssen schwefelsaures Natron, Kohle und kohlensaurer Kalk mit einander gemengt werden, damit die Zersetzung vollständig sey, und keines der Ingredienzien im Ueberschuss sich finde?

Hiebei ist vorerst zu bemerken, dass das schwefelsaure Natron durch Glühen mit Kohle, unter Entwicklung theils von Kohlenoxydgas theils von Kohlensaurem Gas, zu Schwefelnatrium reducirt wird, und es ist klar, dass wenn *bls* Kohlenoxydgas entstände, doppelt so viel Kohle erfordert würde, als wenn *bls* Kohlensäure gebildet würde, weil das Kohlenoxydgas aus 1 At. Kohle und 1 At. Sauerstoff, das kohlensaure Gas aber aus 1 At. Kohle und 2 At. Sauerstoff be-

steht, mithin dieselbe Menge von Kohle in dem erstereu Fall nur halb so viel Sauerstoff wegnimmt, als in dem letzteren. 1 At. schwefelsaures Natron besteht aber aus 1 At. Schwefelsäure und 1 At. Natron; 1 At. Schwefelsäure enthält 3 At., 1 At. Natron 1 At. Sauerstoff, mithin enthält 1 At. schwefelsaures Natron 4 At. Sauerstoff und erfordert, wenn bloß Kohlenoxydgas gebildet wird, 4, wenn bloß kohlen-saures Gas gebildet wird, 2 At. Kohle, um in 1 At. Schwefelnatrium verwandelt zu werden. 1 At. Schwefelnatrium erfordert aber 1 At. kohlen-sauren Kalk, um sich damit in 1 At. kohlen-saures Natron und in 1 At. Schwefelcalcium zu zersetzen. Wenn man daher annimmt, dass bloß Kohlenoxydgas gebildet werde und mithin auf 1 At. schwefelsaures Natron 4 At. Kohle nimmt, so kann man sicher seyn, dass die ganze Menge des schwefelsauren Natrons in Schwefelcalcium verwandelt werde.

1 At. schwefelsaures Natron wiegt 71.3, 4 At. Kohle 24, 1 At. kohlen-saurer Kalk 50.5, und es werden daher auf 100 Theile wasserfreies schwefelsaures Natron 70.8 Th. kohlen-saurer Kalk und 33.7 Th. Kohle erfordert, wenn bloß Kohlenoxydgas, dagegen nur die Hälfte = 16.85 Th. Kohle, wenn bloß kohlen-saures Gas gebildet würde. Das Maximum von Kohle, welche 100 Th. wasserfreies Glaubersalz zu ihrer Zersetzung erfordern, sind mithin 33.7 Theile, das Minimum 16.85 Theile.

6) Wenn man Chlor in eine Auflösung von einfach-kohlen-saurem Kali in Wasser treten lässt, so wird die Kohlen-säure ausgetrieben und das Kali verwandelt sich in chlorsaures Kali und in Chlorkalium. — Es fragt sich, wie viel chlorsaures Kali und Chlorkalium aus einer gegebenen Menge von kohlen-saurem Kali entstehe?

1 Atom einfach-kohlen-saures Kali enthält 1 Atom Kohlen-säure und 1 Atom Kali; 1 At. Kali enthält 1 At. Sauerstoff; ein Atom Chlorsäure aber enthält 1 At. Chlor und 5

At. Sauerstoff. Es werden daher 5 At. Kali erfordert, um durch ihren Sauerstoff, den sie an 1 At. Chlor abgeben, 1 At. Chlorsäure zu bilden, die sich dann mit 1 At. Kali zu 1 At. chlorsaurem Kali verbindet. Diese 5 At. Kali enthalten aber 5 At. Kalium, die sich ihrerseits mit 5 At. Chlor zu 5 At. Chlorkalium verbinden. Es werden daher 6 Atome Kali, oder also 6 At. kohlsaures Kali *) mit 6 At. Chlor, 1 At. chlorsaures Kali und 5 At. Chlorkalium bilden. Das Gewicht von 1 At. einfach-kohlensaurem Kali ist = 69.2, das von 1 At. chlorsaurem Kali = 122.6, das von 1 At. Chlorkalium = 74.6, mithin entstehen aus 415.2 Th. einfach-kohlensaurem Kali, welche 283.2 Th. Kali enthalten, 122.6 Th. chlorsaures Kali und 373 Th. Chlorkalium, oder 100 Th. kohlsaures Kali geben 29.53 Th. chlorsaures Kali und 90 Th. Chlorkalium.

Es wurde hierbei vorausgesetzt, dass die Chlorsäure aus 1 At. Chlor und 5 At. Sauerstoff bestehe. Nach der Volumenstheorie wird, wie oben gezeigt wurde, das Atomgewicht des Chlors nur halb so gross, und die Chlorsäure besteht daher aus 2 At. Chlor und 5 At. Sauerstoff. Ebenso besteht aber auch, nach dieser Theorie, das Chlorkalium aus 2 At. Chlor und 1 At. Kalium. Der Unterschied besteht also blos darinn, dass man in dieser zweiten Voraussetzung das Chlor immer doppelt nehmen muss (weil das Atomgewicht des Chlors in Beziehung auf das Atomgewicht des Sauerstoffs und des Kaliums nur halb so gross ist, als in der ersten Voraussetzung); 6 At. kohlsaures Kali bilden mit 12 At. Chlor, 1 At. chlorsaures Kali (welches 2 At. Chlor enthält) und 5 At. Chlorkalium (welche 10 At. Chlor enthalten).

*) Die gasförmig entweichende Kohlensäure hat gar keinen Einfluss auf den Process; man zieht dem kaustischen Kali das kohlsaure blos der grösseren Wohlfeilheit wegen vor.

7) Wenn Schwefel und kohlen-saures Kali bei höherer Temperatur auf einander einwirken, so entweicht die Kohlen-säure, ein Theil Schwefel verwandelt sich durch den Sauerstoff eines Theils Kali in Schwefelsäure, die mit der erforderlichen Menge unzersetzten Kalis einfach-schwefelsaures Kali bildet, während ein anderer Theil Schwefel mit dem aus der Zersetzung des Kalis hervorgegangenen Kalium, Schwefelkalium bildet. — Es fragt sich, wie viel schwefelsaures Kali und wie viel Schwefelkalium entsteht aus einer gegebenen Menge von kohlen-saurem Kali?

Ein Atom kohlen-saures Kali enthält 1 At. Kali, welches aus 1 At. Sauerstoff und 1 At. Kalium besteht. 1 At. Schwefelsäure enthält 3 At. Sauerstoff und 1 At. Schwefel; soll daher 1 At. Schwefelsäure auf Kosten des Sauerstoffs des Kalis gebildet werden, so müssen 3 At. Kali, oder also 3 At. kohlen-saures Kali zersetzt werden, die 3 At. Kalium enthalten, welche mit Schwefel, 3 At. Schwefelkalium bilden. Auf 1 At. Schwefelsäure entstehen daher immer 3 At. Schwefelkalium. 1 At. Schwefelsäure erfordert aber 1 At. Kali (oder 1 At. kohlen-saures Kali), um 1 At. einfach-schwefelsaures Kali zu bilden. Es werden also im Ganzen 4 Atome kohlen-saures Kali erfordert, um mit Schwefel 1 At. schwefelsaures Kali und 3 At. Schwefelkalium zu bilden. — In Beziehung auf den Schwefel ist nun aber zu bemerken, dass er sich mit dem Kalium in verschiedenen Verhältnissen verbinden, dass namentlich 1 At. Kalium mit 1, 2, 3, 4, 5 At. Schwefel, 1 At. Einfach-, Zweifach-, Dreifach-, Vierfach-, Fünffach-Schwefelkalium bilden kann.

Weil 4 At. kohlen-saures Kali 1 At. schwefelsaures Kali und 3 At. Schwefelkalium geben, so werden, da 1 At. schwefelsaures Kali 1 Atom, 3 At. Einfach-Schwefelkalium 3 Atome, 3 At. Fünffach-Schwefelkalium aber 15 Atome Schwefel enthalten, 1+3, d. h. 4 At. Schwefel die geringste, 1+15, d. h. 16 Atome Schwefel aber die grösste Menge

von Schwefel seyn, die erfordert wird, wenn weder kohlen-
 saures Kali noch Schwefel im Ueberschuss vorhanden seyn
 soll; 4 At. kohlen-saures Kali werden im ersteren Fall 3 At.
 Einfach-Schwefelkalium und 1 At. schwefelsaures Kali, im
 letzteren 3 At. Fünffach-Schwefelkalium und 1 At. schwe-
 felsaures Kali bilden; ein etwaiger Ueberschuss von Schwe-
 fel aber würde sich verflüchtigen. Hiebei ist jedoch zu be-
 merken, dass nicht *alle* fünf Verbindungen des Schwefels
 mit Kalium, namentlich nicht die Verbindungen von 1 At.
 Schwefel mit 1 At. Kalium *auf diesem Wege* entstehen kön-
 nen. Wenn man nemlich 4 Atome kohlen-saures Kali mit 4
 At. Schwefel erhitzt, so erhält man nicht, wie zu erwarten
 wäre, Einfach-Schwefelkalium, sondern *Doppelt-Schwe-
 felkalium* mit unzersetztem kohlen-saurem Kali und mit schwe-
 felsaurem Kali gemengt, wenn man die Masse bis zum *starken
 Rothglühen* erhitzt, dagegen *Dreifach-Schwefelkalium*, wie-
 derum mit unzersetztem kohlen-saurem und gebildetem schwe-
 felsaurem Kali gemengt, wenn man die Masse nur allmählig bis zum
dunklen Rothglühen so lange erhitzt, bis sie ruhig fließt. — Die
 Menge des zugesetzten Schwefels und die Umstände, unter de-
 nen diese Verbindungen erfolgen, mögen aber seyn, welche sie
 wollen, so bleibt das allgemeine Resultat fest stehen, dass
 immer 3 Atome Schwefelkalium auf 1 At. schwefelsaures
 Kali entstehen.

Früher hatte man zum Theil, wie ich bereits bei einer an-
 dern Gelegenheit (S. 561.) erwähnt habe, angenommen, dass
 die stärkeren Salzbasen auf 1 Atom Metall 2 Atome Sauerstoff
 enthalten, dass also z. B. das Kali aus 1 At. Kalium und 2
 At. Sauerstoff bestehe. In diesem Fall mussten dann auch
 die diesen Salzbasen entsprechenden Schwefelverbindungen
 als Verbindungen von 1 Atom Metall mit 2 Atomen Schwe-
 fel betrachtet werden, weil das Verhältniss des Atomge-
 wichts des Schwefels zu dem Atomgewicht des Sauerstoffs
 einmal bestimmt war. Die neutralen Salze, namentlich die

schwefelsauren und kohlsauren, in welchen der Sauerstoff der Säure das 3fache und Doppelte ist von dem der Basis, und welche nach der gewöhnlichen Voraussetzung einfach-saure Salze genannt werden, enthalten nach dieser Voraussetzung 2 At. Säure auf 1 At. Basis, weil 1 At. Säure 3 und 2, und 1 At. Basis 2 At. Sauerstoff enthält, mithin 2 Atome Schwefelsäure oder Kohlsäure erfordert werden, um mit 1 At. Basis ein Salz zu bilden, in welchem der Sauerstoff der Säure das Dreifache oder das Doppelte ist von dem der Basis, d. h. ein neutrales Salz. Das gewöhnlich sogenannte neutrale schwefelsaure und kohlsaure Kali müsste folglich ein *doppelt-saures* Salz genannt werden, und man muss in dieser Voraussetzung das, was bei der Einwirkung des Schwefels auf kohlsaures Kali vorgeht, auf folgende Weise darstellen. 1 At. kohlsaures Kali enthält 2 At. Kohlsäure und 1 At. Kali; 1 At. Kali besteht aus 1 At. Kalium und 2 At. Sauerstoff; 2 Atome Schwefel, die sich in 2 At. Schwefelsäure verwandeln sollen, erfordern 6 At. Sauerstoff, es müssen also 3 At. Kali (oder kohlsaures Kali) sich in Kalium und Sauerstoff zersetzen, um 2 At. Schwefelsäure zu bilden, die mit 1 At. Kali neutrales schwefelsaures Kali geben, welches in diesem Fall doppelt-schwefelsaures Kali genannt werden müsste (ein einfach-schwefelsaures Kali würde gar nicht existiren). Es würden also wieder im Ganzen 4 At. kohlsaures Kali zersetzt, und 1 At. doppelt-schwefelsaures Kali (welches aber nichts anders ist, als das gewöhnlich sogenannte neutrale schwefelsaure Kali) auf 3 At. Schwefelkalium gebildet. Was aber vorhin Einfach-Doppelt-Dreifach - Vierfach - Fünffach - Schwefelkalium war, würde jetzt: Doppelt - Vierfach - Sechsfach - Achtfach - Zehnfach - Schwefelkalium genannt werden; ein Einfach-Schwefelkalium namentlich würde gar nicht existiren. Wirklich wurden auf diese Weise die verschiedenen Verbindungen des Schwefels mit Kalium von Berzelius früher bezeichnet.

Tafel der chemischen Aequivalente.

Zum Beschluss will ich noch der sinnreichen Methode Erwähnung thun, deren sich Wollaston bedient hat, um sogleich, mit Umgehung jeder Rechnung, eine Menge von Fragen beantwortet zu erhalten, die sich auf das Mischungsgewicht beziehen.

Auf einer länglichten Tafel von der Form eines rechtwinklichen Parallelepipedons sind zu *beiden* Seiten — und durch vollständige Benützung des Raums die Worte deutlich anbringen zu können — die Namen der verschiedenen, einfachen und zusammengesetzten Körper verzeichnet, und die Zahlen, welche die Mischungsgewichte derselben ausdrücken, sind auf einer, in der Mitte zwischen diesen Namen befindlichen, *beweglichen* Skale angebracht, die ein schmales, länglichtes, rechtwinkliges Parallelepipedon darstellt, welches, um bequem aus der Tafel herausgezogen werden zu können, etwas länger als diese ist. Die Tafel hat der Länge nach einen Ausschnitt, den die bewegliche Skale genau ausfüllt, so dass die Oberfläche der Tafel, auf welcher die Namen der Körper verzeichnet sind, und die Oberfläche der beweglichen Skale, auf welcher die Zahlen sich befinden, in einer und derselben Ebene liegen.

Zu oberst auf der Tafel steht der Name Sauerstoff, dessen Mischungsgewicht = 10 angenommen ist. Diese Zahl 10 ist daher die kleinste, indem die Zahlen immer grösser werden, je weiter nach unten auf der Skale sie stehen; die Namen der Körper befinden sich um so weiter nach unten auf der Tafel, zu den beiden Seiten der beweglichen Skale, je grösser das Mischungsgewicht derselben ist; die durch ein grosses Mischungsgewicht ausgezeichneten schweren Metalle, so wie die Verbindungen höherer Ordnung, die Salze, und namentlich die Salze der schweren Metalle nehmen die unteren Stellen der Tafel ein.

Es ist klar, dass diejenigen Elemente, deren Mischungsgewicht kleiner ist, als das des Sauerstoffs, d. h. als 10, *unmittelbar* keine Stelle auf dieser Tafel finden können: um sie auf derselben anzubringen, muss ein solches Vielfaches von ihnen genommen werden, welches grösser ist als die Zahl 10.

Da das Mischungsgewicht des Sauerstoffs = 10 gesetzt wird, so ist (in der Voraussetzung, welche Wollaston zu Grund legt, dass das Wasser aus 1 Mischungsgewicht Sauerstoff und 1 M. G. Wasserstoff bestehe), das M. G. des Wasserstoffs = 1.327, und die Zahl 13.27 ist = 10 Mischungsgewichten Wasserstoff, welche auf der Tafel dieser Zahl der beweglichen Skale gegenüber aufgeführt sind, wenn diese letztere in ihrer normalen Lage sich befindet, d. h. wenn das Wort Sauerstoff auf der Tafel, neben der Zahl 10 der beweglichen Skale steht. Eben so ist das M. G. des Kohlenstoffs kleiner als das des Sauerstoffs, und zwar = 7.54, wenn das des Sauerstoffs = 10 ist; Wollaston führt daher 10 M. G. Kohlenstoff = 75.4 auf. Das Mischungsgewicht des Wassers ist = $10 + 1.327 = 11.327$ und kann daher unmittelbar auf der Tafel angegeben werden: da jedoch das Wasser zu mehreren, z. B. zu 5, 7, 10 Mischungsgewichten in die Zusammensetzung verschiedener krystallisirter Salze eingeht, so führt Wollaston auch 5, 7, 10 Mischungsgewichte Wasser noch besonders auf der Tafel auf.

Der wesentliche Nutzen dieser Tafel besteht nun, wie schon gesagt, darin, dass sie das Rechnen (Multipliciren und Dividiren) erspart. Dieses wird auf folgende Weise erreicht. Die Entfernungen der auf der beweglichen Skale verzeichneten Zahlen, deren Differenzen gleich sind, sind einander nicht gleich; so sind die Entfernungen zwischen den Zahlen 10 und 11, 11 und 12, 12 und 13, 13 und 14, 14 und 15 u. s. f., deren jede um eine Einheit grösser ist, als die zunächst vorherge-

hende, einander nicht gleich, vielmehr ist die Entfernung zwischen 10 und 11 grösser, als die zwischen 11 und 12, und diese letztere grösser als die zwischen 12 und 13 u. s. f. *Dagegen ist die Entfernung zwischen allen solchen Zahlen, welche in demselben geometrischen Verhältniss zu einander stehen, die gleiche*; so ist z. B. die Entfernung zwischen den Zahlen 10 und 15, 15 und 22.5, 18 und 27 die gleiche, weil $10 : 15 = 15 : 22.5 = 18 : 27$; ebenso ist die Entfernung zwischen den Zahlen 10 und 20, 30 und 60, 50 und 100 die gleiche u. s. f. — Denjenigen, welche mit der Lehre von den Logarithmen (welche zu entwickeln hier nicht der Ort ist) bekannt sind, ist es klar, dass diese linearen Dimensionen den Logarithmen der Zahlen entsprechen und diese Logarithmen messen. Nimmt man z. B. den Abstand von 10 und 20 (1 und 2) willkürlich gross an (denn man kann ja der Tafel eine beliebige Grösse geben), so muss der Abstand von 40 und 10 (4 und 1) doppelt so gross, der Abstand von 80 und 10 (8 und 1) dreimal so gross genommen werden, als der Abstand von 20 und 10 (2 und 1), denn wenn der Logarithmus von 2 (oder 20) = 1 gesetzt wird, so ist der Logarithmus von 4 (40) = 2, der von 8 (80) = 3, weil $10 : 20 = 20 : 40 = 40 : 80$. Auf gleiche Weise muss der Abstand von 30 und 10 (3 und 1) so genommen werden, dass er sich zu dem zwischen 20 und 10 angenommenen Abstand verhält, wie der Logarithmus von 3 zu dem Logarithmus von 2. Ebenso müssen die Abstände von 11 und 10 (1.1 und 1) 12 und 10 (1.2 und 1) u. s. f. sich zu dem Abstand von 20 und 10 (2 und 1) verhalten, wie die Logarithmen von 1.1, 1.2 zu dem Logarithmus von 2.

Hat man auf diese Weise zuerst die bewegliche Skale construirt, so klebt man auf der genannten ebenen hölzernen Tafel zu beiden Seiten Papierstreifen auf und schreibt auf diese die Namen der Körper, deren Mischungsgewichte durch die Tafel angegeben werden sollen. Es ist klar, dass diese

Namen um so weiter herunter auf der Tafel zu stehen kommen, je grösser die Mischungsgewichte sind, welchen sie entsprechen, und dass sie in denjenigen Entfernungen von einander angebracht seyn müssen, welche den auf der beweglichen Skale verzeichneten Zahlen ihrer Mischungsgewichte entsprechen. Wenn z. B. das Mischungsgewicht des Sauerstoffs, wie hier, = 10 gesetzt wird, so ist das M. G. des Schwefels = 20, das des Kupfers = 40, das des Baryts = 97, das des oxalsauren Bleioxyds = 186.5. Bringt man daher die bewegliche Skale in ihre natürliche Lage, d. h. in die, bei welcher das Wort „Sauerstoff“ auf der Tafel neben die Zahl 10 (die erste Zahl auf der beweglichen Skale) zu stehen kommt, so muss das Wort „Kupfer“ neben die Zahl 40, das Wort „Baryt“ neben die Zahl 97, das Wort „oxalsaures Bleioxyd“ neben die Zahl 186.5 gesetzt werden. Hat man daher für das Mischungsgewicht des Sauerstoffs = 10 die Mischungsgewichte der übrigen Körper, die auf der Tafel aufgeführt werden sollen, berechnet, so bleibt nichts zu thun übrig, als den Namen „Sauerstoff“ oben auf die Tafel hinzuschreiben, hierauf die Entfernung zwischen der Zahl 10 und der die Grösse des Mischungsgewichtes eines Körpers ausdrückenden Zahl auf der beweglichen Skale abzumessen und auf die Tafel überzutragen, indem man die Spitze des einen Schenkels des Zirkels auf den Querstrich der Tafel, der neben das Wort „Sauerstoff“ gemacht wird, einsetzt, den Punkt aber, den die Spitze des andern Schenkels macht, in einen Querstrich verlängert, und nun neben denselben das Wort des Körpers hinsetzt, dessen Mischungsgewicht angegeben werden soll.

Betrachten wir zuerst diese Tafel, wenn die bewegliche Skale in ihrer natürlichen Stellung sich befindet, d. h. wenn das Wort Sauerstoff neben der Zahl 10 der Skale steht, und lassen wir die Skale in dieser Stellung, oder nehmen wir für einen Augenblick an, sie sey unbeweglich. So würde

diese Tafel keinen besonderen Nutzen gewähren; es würde sogar gleichgültig seyn, in welcher Ordnung die Körper mit den ihnen zugehörigen Zahlen der Skale auf einander folgten. Die Tafel würde bloß eine Uebersicht der relativen Grösse der Mischungsgewichte der Körper geben, die jedoch durch jede andere beliebige Anordnung der Namen der Körper mit den beigesetzten Zahlen ihrer Mischungsgewichte, eben so gut erhalten werden würde. — Da aber die Namen der Körper auf der Tafel unbeweglich stehen, die Skale dagegen auf ihr beweglich ist, und die auf dieser verzeichneten Zahlen zwischen einerlei Entfernungen immer in demselben Verhältniß zu einander stehen, so werden die verschiedenen Zahlen, welche bei verschiedenen Lagen der beweglichen Skale neben die Namen der Tafel zu stehen kommen, immer in dem gleichen Verhältniß zu einander stehen.

Der Nutzen dieser Tafel ist zwar an sich einleuchtend: einige Beispiele, in welchen ihre Anwendung gezeigt wird, möchten jedoch nicht überflüssig seyn.

Bringt man die bewegliche Skale in ihre natürliche Lage, so steht neben Chlor^{kalium} (Kochsalz) die Zahl 73.2, weil diese das Mischungsgewicht des Chlornatriums vorstellt, wenn das M. G. des Sauerstoffs = 10 gesetzt wird. Wir ersuchen nun aus der Tafel, dass 50 Th. wasserfreie Schwefelsäure, oder 61.3 Th. wasserhaltige Schwefelsäure (Vitriol von 1.35 spec. Gew.) erfordert werden, um diese 73.2 Th. Kochsalz zu zersetzen. Ebenso finden wir unmittelbar aus der Ansicht der Tafel, dass man aus der Zersetzung dieser 73.2 Th. Kochsalz, 34.1 Th. sogenannte trockene Salzsäure oder (da das salzsaure Gas aus 1 M. G. trockener Salzsäure und 1 M. G. Wasser besteht) 34.1 + 11.32 = 45.42 Gewichtstheile salzsaures Gas und als Rückstand 69.1 Th. trockenes schwefelsaures Natron erhält, welche durch Aufnahme von 10 M. G. Wasser = 113.2, 202.3 Th. krystallisirtes schwefelsaures Natron geben, die zu ihrer Zer-

setzung

setzung 207.0 Th. salpetersaures Bleioxyd erfordern, wobei 189.5 Th. schwefelsaures Bleioxyd und 106.6 Th. salpetersaures Natron gebildet werden. Wir ersehen ferner, dass jene 73.2 Th. Kochsalz 44.1 Th. Chlor enthalten, welche mit 126 Th. Quecksilber, 170.1 Th. Chlorquecksilber im Maximum (Sublimat) bilden u. s. f.

Alle diese Ergebnisse stehen aber zu der besondern Einrichtung dieser Tafel in gar keiner Beziehung: man würde sie auch erhalten, wenn die Körper mit den ihnen zugehörigen Mischungsgewichten in irgend einer willkürlichen Ordnung aufgestellt wären.

Wünscht man nun aber zu erfahren, wie viel Vitriolöl *irgend eine andere Menge* von Kochsalz, als diejenige, welche das Mischungsgewicht dieses Salzes, nemlich 73.2, ausdrückt, zu ihrer vollständigen Zersetzung erfordert, will man z. B. wissen, wie viel Vitriolöl zu der Zersetzung von 6 Pfund Kochsalz erfordert werde, so bringt man die bewegliche Skale in eine solche Lage, dass die Zahl 60 derselben neben das Wort „Kochsalz“ der Tafel zu stehen kommt und findet so, dass zu der Zersetzung von 6 Pfd. Kochsalz 5.02 Pfd. Vitriolöl erfordert werden. Zugleich findet man aus der blossen Ansicht der Tafel, dass diese 6 Pfd. Kochsalz, 2.80 Pfd. trockene Salzsäure, oder 3.72 Pfd. salzsaures Gas enthalten; dass man ferner als Rückstand 7.3 Pfd. wasserfreies, oder 16.58 Pfd. krystallisirtes, schwefelsaures Natron erhält, welches zu seiner Zersetzung 16.96 Pfd. salpetersaures Bleioxyd erfordert, und dass bei dieser Zersetzung 15.53 Pfd. schwefelsaures Bleioxyd und 8.74 Pfd. salpetersaures Natron gebildet werden; dass ferner 6 Pfd. Kochsalz 3.61 Pfd. Chlor enthalten, welche mit 10.34 Pfd. Quecksilber 13.95 Pfd. Sublimat bilden u. s. f.

Diese Tafel ist auch insofern sehr bequem, als man mittelst derselben die procentische Zusammensetzung von Verbindungen übersieht. Will man z. B. wissen, wie viel Sau-

erstoff und Wasserstoff 100 Th. Wasser enthalten, so bringt man die bewegliche Skale in eine solche Lage, dass die Zahl 100 derselben neben das Wort „Wasser“ der Tafel zu stehen kommt. Den procentischen Gehalt des Sauerstoffs gibt dann die Tafel unmittelbar, den des Wasserstoffs aber 10fach, weil, aus dem oben bemerkten Grunde, 10 M. G. Wasserstoff auf der Tafel verzeichnet sind; man muss daher von der Zahl, welche dem Wasserstoff entspricht, den 10ten Theil nehmen. Wünscht man die procentische Zusammensetzung der Kohlensäure kennen zu lernen, so bringt man die Zahl 100 der Skale neben das Wort „Kohlensäure“ der Tafel und findet nun neben dem Wort „Kohle“ der Tafel die Zahl 273.8. Diese Zahl ist aber gleich 10 M. G. Kohle, mithin enthalten 100 Th. Kohlensäure 27.38 Th. Kohle. Neben dem Wort „Sauerstoff“ der Tafel steht aber nun die Zahl 36.31; von dieser muss man das Doppelte nehmen, weil 1 M. G. Kohlensäure 2 M. G. Sauerstoff enthält; um diese Multiplication zu ersparen, sind übrigens 2 M. G. Sauerstoff (für diesen Fall = $2 \times (36.31) = 72.62$) auf der Tafel aufgeführt: 100 Th. Kohlensäure enthalten mithin 72.62 Th. Sauerstoff. Die procentische Zusammensetzung solcher Verbindungen, welche aus einem einzigen Mischungsgewicht beider Bestandtheile bestehen, wie die Salzsäure, die neutralen salpetersauren und schwefelsauren Salze, die meisten Chlormetalle u. s. f. gibt diese Tafel unmittelbar, vorausgesetzt, dass die Mischungsgewichte der Bestandtheile dieser Verbindungen grösser, als das Mischungsgewicht 10 des Sauerstoffs sind, mithin *einem* Mischungsgewicht nach auf der Tafel angegeben werden konnten.

Wollaston hat diese Tafel *synoptische Tafel der chemischen Aequivalente* genannt und sie nach einem kleinen Maassstab (wenig mehr als 10 Zoll) verfertigen lassen. Bei dieser Grösse kann natürlich die Genauigkeit nicht weit getrieben werden, weil die Entfernungen der Zahlen, zumal

nach unten zu, gar zu klein werden; eine sehr grosse Genauigkeit ist aber bei dem Gebrauch dieser Tafel in chemischen Werkstätten, wozu sie bestimmt ist, auch nicht nöthig. — Andere wollten die Genauigkeit dadurch vermehren, dass sie die Tafel viel grösser machten, wodurch aber ihr Gebrauch sehr beschwerlich wird; ohnediss wird man da, wo grosse Genauigkeit erfordert wird, von einer solchen Tafel keine Anwendung machen, und die kleine Mühe einer Rechnung nicht scheuen.

Ich kann die Lehre von dem Mischungsgewicht nicht verlassen, ohne noch eine kurze Bemerkung beizufügen. Viele Anfänger sind der Meinung, dass zum Verstehen dieser Lehre eigentliche mathematische Kenntnisse erfordert werden, und da sie diese nur zu oft nicht besitzen, so legen sie häufig die ganze Sache, die sie als etwas für sie Unverständliches betrachten, bei Seite. Die Ursache hievon mag wohl zum Theil darinn zu suchen seyn, weil bisweilen diese Lehre mit einem ganz unnöthigen Aufwand von algebraischen Formeln ausgeschmückt dargestellt wird. Wir haben aber gesehen, dass man Nichts braucht, als die *Regel de Tri*, die Jeder kennt, und wenn zum Verstehen der Tafel der chemischen Aequivalente eine Kenntniss von den Logarithmen erfordert wird, so hat dieses mit der Sache selbst nichts zu thun, indem diese Tafel ja blos eine Erleichterung, eine Umgehung des Gebrauchs der *Regel de Tri* bezweckt.

Ein weiterer Umstand, der manchem Anfänger diese Sache erschwert, ist der, dass er oft glaubt, die That-sachen selbst, die der Lehre von dem Mischungsgewicht zu Grunde liegen, gleichsam mathematisch begreifen zu müssen. Das ist freilich ein vergebliches Bestreben, denn das Naturgesetz, welches man mit dem Ausdruck „Mischungsgewicht“ bezeichnet und welches sich aus den That-sachen, nemlich aus den Resultaten einer genauen Untersuchung über die Zusammensetzung der Körper, gleichsam als ein Deus

ex machina, von selbst herausgestellt hat, ist nicht weiter erklärbar, und wir können keine Rechenschaft davon geben, warum es überhaupt existirt und warum nicht Alles auch ganz anders sich verhalten kann. Die atomistische Ansicht gibt übrigens, wie wir gesehen haben, eine gute, ich möchte sagen handgreifliche, Vorstellung von der Sache, und sie ist in dieser Beziehung jedenfalls von grossem Werth; eine wirkliche Erklärung gibt sie nicht, schon insofern, weil sie (vergl. S. 494), in ihrer ganzen Allgemeinheit aufgefasst, die Thatsache, dass sich die Körper im Allgemeinen nur in sehr wenigen Verhältnissen mit einander verbinden, nicht erklärt, und weil man, wenn auch die Erklärung hiervon ihr angemuthet werden sollte, zu neuen Hypothesen seine Zuflucht nehmen müsste, wodurch Nichts gewonnen werden würde.

Wollaston's Tafel der chemischen Aequivalente.

		Abkürzungen	
Sauerstoff	8	In trocknungsfrey	
Wasser	10	fr. krystallisirt	
10 Wasserstoff	11	W. Wasser	
	12	Ox. Oxyd	
	13	Die Zahlen	
	14	1, 2, 3, 5, 7 zeigen	
	15	die Anzahl der	
	16	Mischungsge-	
	17	wichte an-	
2 Sauerstoff	17	Schwefel	
	18		
	19		
	20	2 Wasser	
	22		
	24		
	26	Triphosphorsäure	
	28		
	30		
Kupfer	32		
Chlor	35.5		
Salzs. Gas	36.5		
Schwefelsäure	40		
	42		
2 Kohlenäure	44		
	46		
Vitriol	50		
(100 Sp. G. 1.85)	55		
	56		
10 Kohlenstoff	60		
	65		
	70		
Baryt	75		
	80		
Salps. Natrium	85		
	90		
	95		
Quecksilber	100		
Blei	110		
Bleioxyd	120		
	130		
	140		
Sublimat	140		
Schnpf. Bleiox.	150		
100 W. Schnpf.	160		
Natrium	170		
	180		
	190		
	200		
	220		

