III.

Dalton's Theorie über die chemische Vereinigung.

frei dargestellt, nach dem Prof. DE LA RIVE,
zu Genf, von Gilbert *).

Dalton hat, geleitet durch speculative Ideen, die Grundzüge einer allgemeinen Theorie der chemischen Vereinigung entworfen; eine Theorie, welche fast alle bekannte chemische Thatfachen umfassen muß. Der Grundstein derselben ist, daß alle chemische Vereinigungen nach bestimmten und festen Verhältnissen vor sich gehen; und auf diesem Grundsteine führt er folgendes Gebäude auf:

Alle Körper lassen sich, nach ihm, als aus einer bestimmten Zahl von kleinsten Theilchen oder Atomen bestehend betrachten. In dem elastischen Zustande eines Körpers stehn diese letzten Theile

*) Obgleich Dalton, seitdem dieser Aufsatz geschrieben wurde (im Januar 1811), manches an den einzelnen Bestimmungen der Verhältnisse und der Zahlen nach seiner Theorie geändert und gebessert hat, so schien mir doch Hrn. de la Rive's lichtvolle Darstellung dieser Theorie auch jetzt noch eine Stelle in den *Annalen* zu verdienen; und ich setze sie hierher, weil man in ihr die Schlüssel zu einigen sonst unverständlichen Rechnungen in Davy's nachfolgendem Aufsatze findet.

oder Atome in größern Entfernungen von einander, als in jedem andern Zustande; jedes Theilchen eines solchen Körpers ist der Mittelpunkt einer größern Sphäre, und es werden die andern Theilchen, welche sich vermöge der Gravitation demselben zu nähern streben, in einem bestimmten Abstände von demselben erhalten. Es ist unmöglich, die Anzahl solcher Theilchen, welche in einem gegebenen Raume einer elastischen Flüssigkeit vorhanden sind, zu bestimmen; eben so unmöglich als es ist, die Sterne an dem Firmamente zu zählen; dessen ungeachtet muß aber doch die Zahl beider endlich und bestimmt seyn. Die chemischen Kräfte können diese Theilchen blos von einander trennen oder mit einander verbinden, denn sie vermögen keine Materie zu vernichten oder zu erzeugen; alle Veränderungen, welche wir hervorbringen können, beschränken sich darauf, diejenigen dieser Theilchen, welche in dem Zustande von Cohäsion oder von Verbindung sind, zu trennen, oder diejenigen zu vereinigen, welche in einiger Entfernung von einander waren.

Man hat bei den chemischen Untersuchungen mit vieler Sorgfalt das relative Gewicht oder die relative Dichtigkeit der Elemente der chemischen Verbindungen bestimmt; weiter aber ist man nicht gegangen. Aus den relativen Dichtigkeiten der Massen hätte man aber das *relative Gewicht der letzten Theilchen* oder Atome ableiten, und aus ihr auf die *Menge* und das *Gewicht dieser Theil-*

chen in den verschiedenen Verbindungen schließen können; ein Verfahren, welches, wie Dalton glaubt, uns nicht bloß den Weg zu neuen Untersuchungen öffnen, sondern auch den Nutzen bringen würde, für die Resultate unserer Analysen einen Prüfstein abzugeben.

Um zu diesen wichtigen Bestimmungen zu gelangen, hat Dalton eine Hypothese erdacht, welche, wenn sie sich gegründet finden sollte, in der That eine sehr einfache und leichte Methode an die Hand geben würde, *das relative Gewicht der letzten Theilchen sowohl der einfachen als der zusammengesetzten Körper zu bestimmen, und zugleich die Zahl der einfachen Elementartheilchen, aus denen ein zusammengesetztes Theilchen besteht, oder der weniger zusammengesetzten Theilchen, aus welchen ein zusammengesetzteres gebildet ist, mit Sicherheit aufzufinden.*

Diese Hypothese ist folgende: „Wenn zwei „einfache Körper oder Elemente sich verbinden „und einen dritten Körper bilden, und diese Verbindung nur nach einem *einzigem* Verhältnisse „vor sich geht, so ist anzunehmen, daß je ein „Atom des einen sich mit einem Atom des andern „Elements vereinigt, wofern nicht irgend eine bestimmte Ursache vorhanden ist, das Gegentheil zu „vermuthen.“ Da z. B. Sauerstoff und Wasserstoff, wenn sie sich verbinden, immer Wasser erzeugen, so ist zu vermuthen, daß ein Atom Wasser aus ei-

nem Atom Sauerstoff und einem Atom Wasserstoff besteht, die sich mit einander vereinigt haben.

„Einige der einfachen Körper verbinden sich indess mit einander nicht bloß nach einem einzigen, sondern nach *mehrern* Verhältnissen, und zu verschiedenen Körpern. Dalton nimmt an, daß auch in diesem Falle das Mischungsverhältniß beider nicht unbestimmt ist, sondern stets ein unwandelbares Gesetz und bestimmte Zahlverhältnisse befolge. Es sind nemlich alsdann nur folgende Verbindungen nach Dalton möglich:

Es verbinden sich

1 Atom A mit 1 Atom B zu 1 Atom C;	eine zweifache Verbind.
1 Atom A 2 Atomen B 1 Atom D	} ; dreifache Verbindung;
2 Atome A 1 Atom B 1 Atom E	
1 Atom A 3 Atomen B 1 Atom F	} ; vierfache Verbindung.
3 Atome A 1 Atom B 1 Atom G	

und so ferner.

Findet sich nun durch unsere chemischen Untersuchungen, daß es von zwei Körpern Verbindungen giebt nur

nach einem *einsigen* Mischungsverhältnisse, so ist anzunehmen, daß dieses eine zweifache Verbindung sey;

nach *zwei* Mischungsverhältnissen, so ist es wahrscheinlich, daß die Eine Verbindung eine zweifache, die Andere eine dreifache;

nach *drei* Mischungsverhältnissen, daß die Eine eine zweifache, die beiden andern dreifache;

nach *vier* Mischungsverhältnissen, daß die Eine eine zweifache, zwei derselben dreifache und Eine eine vierfache Verbindung sey,

und so ferner.

Die Verbindungen sind aber daran zu erkennen:

- 1) daß eine zweifache Verbindung immer specifisch schwerer ist, als eine bloße Mischung der Elemente;
- 2) daß eine dreifache Verbindung specifisch schwerer ist, als eine bloße Mischung der zweifachen Verbindung mit dem dritten einfachen Elemente,
und so ferner.

Dieselben Regeln gelten für die Verbindungen zweier zusammengesetzter Körper, z. B. von A, B mit D, E und so ferner.“

Dieses ist Dalton's Theorie. Wir wollen nun einige der Anwendungen, welche er von ihr macht, genauer beleuchten; man wird aus ihnen sehen, daß es allerdings nicht viel Schwierigkeit haben würde, die relative Dichtigkeit der Atome je zweier Körper, die sich mit einander chemisch verbinden, dieser Hypothese zu Folge aufzufinden.

Es ist durch die Zerlegung des Wassers bewiesen, daß 100 Theile Wasser dem Gewichte nach aus 14,34 Theilen Wasserstoff und 85,66 Theilen Sauerstoff bestehn; das Gewicht des in einem Atome Wasser enthaltenen Wasserstoffs und Sauerstoffs muß folglich in demselben Verhältnisse stehn. Ist es also gewiß, daß jedes Atom Wasser aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff zusammengesetzt ist, (wie daraus erhellt, daß beide Elemente sich nur zu Wasser vereinigen), so müssen sich die Gewichte von 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff zu

einander wie 14,34: 85,66 oder ungefähr wie 1:6 verhalten*).

Stellt man folglich das Gewicht oder die Dichtigkeit eines Atoms *Wasserstoff* durch 1 dar, wie das Dalton überall thut, so daß sich alle Zahlen auf dieses Gewicht oder diese Dichtigkeit als ihre Einheit und ihren Maalsstab beziehen, so erhält der *Sauerstoff* die Zahl 6**).

R 2

*) Diese Bestimmung des Mischungs-Verhältnisses des Wassers beruht auf dem großen Versuche Fourcroy's, Vauquelin's und Seguin's über die Synthesis des Wassers; dieser Versuch bedürfte indess einer neuen berichtigten Berechnung, sollte man auf die Resultate desselben bauen können. Nach den Wägungen der Gasarten der HH. Biot und Arago, und nach dem von den Hrn. von Humboldt und Gay-Lussac außer Streit gesetzten Verhältnisse der Räume von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, die sich zu Wasser verbinden, muß das Gewichts-Verhältniß, wornach beide sich vereinigen, 11,7:88,3 oder 1:7,63 seyn, worauf ich glaube zuerst in diesen *Annalen* aufmerksam gemacht zu haben. Hr. Berthollet nimmt dieses Verhältniß wie 13:87 an, in seinen Untersuchungen, welche in diesen *Annalen* J. 1810, B. 34. S. 399 stehn, und scheint sich also mit einem Mittel aus beiden Bestimmungen beholfen zu haben. Hr. De la Rive sagt, Dalton selbst setze in seinem *New System of chemical philosophy*, das Verhältniß der Dichtigkeiten des Wasserstoffs und Sauerstoffs auf 1:7, welches er im zweiten Theile dieses Werkes umständlich zu rechtfertigen sucht; und aus Davy's Aufsätzen scheint zu erhellen, daß er dieses Verhältniß selbst auf 1:7,5 erhöht (*Annal. N. F. B. 9. S. 63.* und die folg. Abh.) Der erstern Bestimmung würde das Gewichts-Verhältniß 12,5:87,5 der zweiten von 11,77:88,23 entsprechen.

Gilbert.

**) Nach Dalton's verbesserter Bestimmung die Zahl 7; daher auch in allen folgenden Bestimmungen anderer zu-

Auch *Wasserstoff* und *Stickstoff* verbinden sich nur zu einem einzigen zusammengesetzten Körper, dem *Ammoniak*; daher wir ebenfalls annehmen müssen, daß ein Atom *Ammoniak* aus 1 Atom *Wasserstoff* und 1 Atom *Stickstoff* besteht. Nun aber enthalten 100 Theile *Ammoniak* dem Gewichte nach 20 Theile *Wasserstoff* und 80 Theile *Stickstoff*; folglich müssen sich die Gewichte von 1 Atom *Wasserstoff* und 1 Atom *Stickstoff* zu einander wie 20:80 oder wie 1:4 verhalten, und die Atome des *Stickstoffs* erhalten also die Zahl 4.

Diese Bestimmungen müssen sich, wenn sie richtig sind, auch auf die Verbindungen des *Stickstoffs* mit dem *Sauerstoff* anwenden lassen. Diese beiden Elemente vereinigen sich zu verschiedenen Körpern, und wenn der Körper, die sie durch ihre Vereinigung bilden, drei verschiedene sind, *oxydirtes Stickgas*, *Salpetergas* und *Salpetersäure*; so ist anzunehmen, daß die zwischen den beiden andern stehende Verbindung, nemlich das *Salpetergas*, aus 1 Atom *Stickstoff* und 1 Atom *Sauerstoff* zusammengesetzt sey, und daß von den beiden andern Körpern das *oxydirte Stickgas* eine Verbindung von 1 Atom *Salpetergas* mit 1 Atom *Stickstoff*, und die *Salpetersäure* eine Verbindung von 1 Atom *Salpetergas* mit 1 Atom *Sauerstoff* sey, in dem ersten folglich 2 Atome *Stickstoff* mit 1 Atom *Sauerstoff*; und in der letztern 1 Atom *Stickstoff* mit 2

sammengesetzter Körper die Zahlen für jedes Atom *Sauerstoff* um 1 zu vermehren sind.

Atomen Sauerstoff verbunden sind. Und hierbei findet der Grundsatz Dalton's Anwendung, daß wenn die Atome zweier elastischer Flüssigkeiten sich mit einander wiederum zu Atomen eines flüssigen Körpers verbinden, die Dichtigkeit dieser letztern Atome immer größer seyn muß, als die Berechnung aus den Dichtigkeiten der beiden Atome giebt, aus denen sie entstehen. So z. B. sollte die Dichtigkeit des Salpetergas nach der Berechnung seyn 1,045, findet sich aber wirklich 1,094. Da nun das oxydirte Stickgas und die Salpetersäure beide specifisch schwerer als das Salpetergas sind, obgleich jenes mehr von dem leichteren Elemente, dem Stickstoff, dieses mehr von dem schwereren Elemente, dem Sauerstoff, als das Salpetergas enthält; so sind wir berechtigt anzunehmen, daß sich das Salpetergas sowohl mit dem Stickstoff als auch mit dem Sauerstoff verbinden kann, und daß darin der Grund des größern specifischen Gewichtes jener beiden Körper liegt.

Nach Davy's ältern Angaben enthält das *Salpetergas* auf 1 Gewichtstheil Stickstoff 1,36 Gewthe Sauerstoff; dieses Verhältniß, welches dem von 4:5,44 gleich ist, müßte also das der Gewichte oder der Dichtigkeiten eines Atoms Stickstoff und eines Atoms Sauerstoff seyn.

Ferner enthält das *oxydirte Stickgas* nach ihm auf 2 Gewthe Stickstoff 1,174 Gewthe Sauerstoff; es müssen sich also hiernach die Gewichte von 2 Atomen Stickstoff zu dem Gewichte von 1

Atom Sauerstoff, wie 2:1,174 oder wie 8:4,696 verhalten.

Endlich enthält, Davy zu Folge, die *Salpetersäure* auf 1 Gewthl Stickstoff 2,389 Gewthle Sauerstoff; es müßten sich also die Gewichte von 1 Atom Stickstoff und 2 Atomen Sauerstoff wie 1:2,389 oder wie 4:9,556 verhalten.

Dieses gäbe also für das Verhältniß der Dichtigkeiten oder der Gewichte der Atome des Stickstoffs und des Sauerstoffs folgende drei Bestimmungen: 4:5,440; 4:4,696; 4:4,780, woraus das Mittel ungefähr 4:5 ist. Aus den Analysen des Wassers und des Ammoniaks hatte sich aber dieses Verhältniß gefunden, wie 4:6. Dalton meint, so ansehnlich diese Verschiedenheit auch an sich sey, so sey sie doch nur unbedeutend, wenn man die große Schwierigkeit der Analyse zusammengesetzter gasförmiger Körper erwäge. Sie führte ihn indeß doch auf die Vermuthung, das Mischungs-Verhältniß des Ammoniaks möge wohl nicht 20 Gewthle Wasserstoff auf 80 Gewthle Stickstoff, sondern 17 Gewthle des erstern auf 83 Gewthle des letztern seyn; eine Vermuthung, welche durch die spätere Analyse des Ammoniaks durch den jüngern Berthollet einigermaßen bestätigt worden ist, da ihr zu Folge 100 Gewthle Ammoniak aus 18,89 Gewthlen Wasserstoff und 81,13 Gewthlen Stickstoff besteht. Und diesem zu Folge giebt Dalton dem Atome des Stickstoffs die Zahl 5.

Folgende Tafel stellt dann also die relative Dichtigkeit der Atome dieser gasförmigen Körper vor:

des Wasserstoffs	1	als bestehend
des Stickstoffs	5	
des Sauerstoffs	6 [7]	aus
des Wassers	7 [8]	= 1 Atom Sauerst. + 1 Atom Wasserstoff
des Ammoniaks	6	= 1 Atom Wasserst. + 1 Atom Stickstoff
des Salpetergas	11 [12]	= 2 Atomen Stickst. + 1 Atom Sauerst.
des oxyd. Stickgas	16 [17]	= 2 Atomen Stickst. + 1 Atom Sauerst.
die Salpetersäure	17 [19]	= 1 Atom Stickst. + 2 Atomen Sauerst.

Dalton wendet seine Theorie nicht blos auf die elastischen Flüssigkeiten, sondern selbst auf die *festen* Körper an, wie folgendes Beispiel zeigen mag.

Um die relative Dichtigkeit der Atome des *Kohlenstoffs* zu bestimmen, geht er von der Bemerkung aus, daß sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff nach zwei verschiedenen Verhältnissen verbindet, um entweder *Kohlensäure* oder *gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd* zu bilden. Die Kohlensäure besteht in 100 Gewthlen aus 28 Thlen Kohlenstoff und 72 Thlen Sauerstoff; nimmt man daher an, daß ein Atom Kohlensäure aus 2 Atomen Sauerstoff und 1 Atom Kohlenstoff besteht, so stehen die relativen Gewichte der erstern zu dem des zweiten in dem Verhältnisse von 72:28, und müssen sich also die relativen Dichtigkeiten von 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Kohlenstoff zu einander wie 36:28, das ist wie 7:5,44 verhalten. Und geben wir den Atomen des Sauerstoffs, nach Dalton's verbesserter Annahme, die Zahl 7, so erhalten die Atome des

Kohlenstoffs die Zahl 5,44, wenn nemlich immerfort unter 1 die Dichtigkeit eines Atoms Wasserstoffs verstanden wird.

Ein Atom des gasförmigen Kohlenstoff-Oxyds muß jener Annahme gemäß aus 1 Atom Kohlenstoff und 1 Atom Sauerstoff bestehn, welches mit Gay-Lussac's Analyse gut übereinstimmt. Denn ihr zu Folge enthalten 100 Gewthe gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd 57 Thle Sauerstoff und 43 Thle Kohlenstoff; und da sich 57:43 wie 7:5,3 verhält, so giebt diese Annahme sehr nahe dieselbe Dichtigkeit für ein Atom Kohlenstoff, welche wir eben gefunden haben.

Auf ähnliche Art hat Dalton die relativen Dichtigkeiten der Atome des *Schwefels* und des *Phosphors*, der *salzbaren Basen*, der *Säuren* u. s. f. bestimmt, und mehrere seiner Bestimmungen sind seitdem durch Davy's Untersuchungen bewährt und verbessert worden. So hatte er aus den Mischungsverhältnissen der Salze die Dichtigkeit eines Atoms *Kali* auf 42, und eines Atoms *Natron* auf 28 bestimmt. Da nun aber Davy seitdem gezeigt hat, daß beide Körper Metall-Oxyde sind, und also aus 1 Atom Metall und 1 Atom Sauerstoff bestehn, so müßte das Kalimetall die Zahl $42 - 7 = 35$, und das Natronmetall die Zahl $28 - 7 = 21$ erhalten. Und daraus würde folgen, daß 100 Gewichtstheile Kali $\frac{2500}{42} = 83,3$ Thle Kalimetall und 16,3 Thle Sauerstoff, und 100 Gewichtstheile Natron $\frac{2100}{28} = 75$ Thle Metall und 25 Thle Sauerstoff enthalten müssen.

Davy gab aber an, er finde, daß das Kali zwischen 17 und 13, und das Natron zwischen 26 und 19 Procent Sauerstoff in sich schliesse.

Dieses sind die Hauptzüge der Theorie, welche Dalton zu einem Gebäude ausgebildet hat, das die ganze Chemie umfaßt, wie man dieses in Thomson's System der Chemie, B. 5 und 6. weitläufiger ausgeführt findet.

Dr. Wollaston scheint sich für diese Theorie wenigstens zum Theil zu erklären, indem er an dem Beispiele des sauren sauerklee-sauren Kali und des basischen kohlen-sauren Kali gezeigt hat, daß in jenem genau noch ein Mal so viel Säure, und in diesem genau noch ein Mal so viel Bases vorhanden sind, als zur Neutralität erfordert werden, welches, wie er bemerkt, dem Grundgesetze von Dalton's Theorie entspricht, daß nemlich die Elemente der Körper sich Atom für Atom gleichförmig mit einander vereinigen.

In England hat Murray (in dem Supplement zur ersten Ausgabe seines Systems der Chemie) gegen diese Theorie einige Einwendungen erhoben, welche schon früher Berthollet in der Einleitung zur französischen Uebersetzung von Thomson's Chemie geltend gemacht hatte. Seine erste Einwendung ist, daß der Grundsatz dieser Theorie: „wenn zwei Körper sich nur nach einem einzigen Verhältnisse verbinden, sey anzunehmen, Ein Atom des einen vereinige sich mit Einem Atom des andern,“ eine völlig willkürliche Annahme sey, die sich weder durch That-sachen noch durch Induction bewähren lasse; nach

der Figur, der Größe und der Anziehung der Atome sey es eben so wahrscheinlich, daß sich in diesem Falle zwei oder drei Atome des einen mit einem Atom des andern Körpers verbinden, und daß also das Wasser eine Verbindung von 2 oder 3 Atomen Sauerstoff mit 1 Atom Wasserstoff sey. Und doch gründe sich auf diese Annahme das ganze System. Murray's zweite Einwendung ist, daß die Theorie mit dem wohlbewiesenen Grundgesetze der Verwandtschaft, daß die Körper nicht bloß nach ihrer Verwandtschaft, sondern auch nach ihrer Masse auf einander wirken, nicht gut zu vereinigen sey. Denn verbindet sich von zwei Körpern a und b nur 1 Atom von a mit 1 Atom von b, wie kann da die Kraft mit der Menge der Atome b zunehmen?

So viele Unvollkommenheiten die Theorie Dalton's auch noch hat, so interessant ist sie doch in vieler Hinsicht. Sie zeigt uns die chemischen Thatfachen aus einem neuen Gesichtspunkte, läßt uns Gesetze sehn, da wo man bisher keine ahnete, führt uns vielleicht dahin, die chemischen Erscheinungen zu berechnen, und kann uns als ein Prüfungs- und Berichtigungsmittel der chemischen Analysen dienen.