

Die Entwicklung

der

chemischen Anschauungen

von Anfang bis zur Vollendung der dualistischen Theorie.





Vorwort.

Die nachfolgenden Vorträge*) der Oeffentlichkeit zu übergeben, veranlassen mich zwei Gründe. Erstens gebe ich mich der Hoffnung hin, es möge Manchem, der in seiner Studienzeit Chemie als Hilfswissenschaft getrieben, dann aber durch seine Berufsgeschäfte verhindert wurde, ihrer rapiden Entwicklung zu folgen, erwünscht sein, in gedrängter Kürze eine Uebersicht über den Entwicklungsgang, den die chemischen Anschauungen genommen haben, zu gewinnen und so in die Auffassungsweise der „modernen Chemie“ eingeführt zu werden. Nachdem in den allerletzten Jahren die bis dahin nur im Gebiete der organischen Chemie angewandte Valenztheorie auch in die Mineralchemie Eingang gefunden, nachdem die neuen Formeln in die technischen, medizinischen, pharmaceutischen Werke immer mehr aufgenommen sind, nachdem endlich die neue Theorie in den meisten Schulen dem chemischen Unterricht zu Grunde gelegt ist, hat sich, glaube ich, das Bedürfniss nach einer kurzen Klarlegung der Differenzpunkte zwischen der alten und der neuen Anschauung herausgestellt. Diesem Zweck dient hauptsächlich der zweite Vortrag; doch ist zum richtigen Verständniss desselben die historische Entwicklung unentbehrlich.

Zweitens aber fehlt uns bei dem Unterricht in der Chemie ein kurzer Leitfaden der Geschichte der Wissenschaft und diesem Uebelstande sollen die nachfolgenden Blätter ebenfalls abhelfen.

*) Dieser Vortrag ist der erste von zweien; der zweite behandelt die Entwicklung der modernen Anschauungen; da jedoch beide zusammen für das Programm zu umfangreich sind, so erscheinen sie demnächst als besondere Broschüre.

Die Chemie nimmt in dem gesammten Lehrstoff, welcher den Schülern in der Schule geboten wird, eine eigne Stellung ein; sie kann nicht als eine fertige Wissenschaft ihnen vorgeführt werden; man kann bei ihrer Behandlung nicht an dem alten pädagogischen Grundsätze festhalten, den Schülern nur Feststehendes zu geben und das Hypothetische fern zu halten. Gerade darin liegt aber ein besonderer Reiz für den Schüler, d. h. für den denkenden, in der Beschäftigung mit der Chemie gewissermassen in die Werkstatt der Wissenschaft zu schauen, ihr Werden mit zu verfolgen. Darum muss der Lehrer in der Chemie, wie in keinem andern Lehrfache, fortwährend auf die Geschichte der Wissenschaft eingehen, ja er muss sogar in der jetzigen Zeit die beiden einander, wenigstens in den Augen des Schülers, öfters widersprechenden Theorien, die dualistische und die moderne, neben einander behandeln, wenn er auch natürlich die eine der ganzen Behandlung zu Grunde legt. Mich hat es daher in hohem Grade gewundert, dass von sämmtlichen neuen Lehrbüchern, so viel ich weiss, keinem einzigen ein Abriss der Geschichte der Chemie hinzugefügt ist.

Um dem erstgenannten Zwecke gerecht zu werden, habe ich die Form des Vortrages gewählt. Der gewissermassen persönliche Verkehr mit dem Leser erleichtert, glaube ich, das Verständniss von dergleichen abstrakten, und im zweiten Theile doch etwas schwierigeren Betrachtungen. Um die zweite Absicht zu erreichen, habe ich die Namen der meisten Chemiker von durchgreifender Bedeutung aufgenommen und ihnen auch die Jahreszahlen ihrer Lebensdauer hinzugefügt.

Dem Standpunkte der chemischen Vorkenntnisse, welche die Vorträge voraussetzen, habe ich die Behandlung des Stoffes angepasst. Die Nicht-Fachchemiker haben ebensowenig wie die Primaner von Real- und Gewerbeschulen Gelegenheit und Musse dazu, den neueren umfangreichen Arbeiten im Gebiete der Chemie der Kohlenstoffverbindungen zu folgen. Ich habe mich daher soviel als möglich enthalten, die Beispiele aus diesen zu wählen und mich vor allem darauf beschränkt, die Anwendung der modernen Anschauung auf die unorganische Chemie zu berücksichtigen, wo es aber unvermeidlich war, wie bei der Behandlung der Kern-, Substitutions- und Typentheorie, auf die organischen Verbindungen einzugehen, glaube ich es in einer Weise gethan zu haben, dass Jeder, der die Grundbegriffe der Chemie in sich aufgenommen hat, folgen kann.

Bei dem überreichen zu Gebote stehenden Stoffe habe ich mich natürlich auf die Auswahl des Allernothwendigsten beschränken müssen; wer

sich angeregt fühlt, über das hier skizzenhaft Angedeutete sich genauer zu informiren, wird ja doch zum Detailstudium der einschlägigen Schriften, von Kopp, Ladenburg, Loth. Meyer, Wurtz, Blomstrand, Volhard, Hofmann etc greifen müssen. —

Elbing, Februar 1871.

R. Nagel.

ung nicht an dem schon gedeuteten C
um Fortsetzung zu geben und das H
halten. Gerade darin liegt aber ein besonder
für den dankenden, in der Beschäftigung mit der Chemie gewissermaßen in
die Wissenschaft zu schauen, ihr Werk nicht zu verfehlen.
Darum ist es in der Chemie, wie in keinem andern Fache,
hervorzuheben auf die Geschichte der Wissenschaft eingehen, ja er muss sogar
in der jetzigen Zeit die beiden einander, wenigstens in dem Augen des Schü-
lers, öfters widerwärtigen. Theorien der dualistische und die andere
einen einander behandeln, wenn er auch natürlich die eine der ganzen Be-
handlung zu Grunde legt. Nicht das es dabei in hohen Grade gewandt,
das von wissenschaftlich neuen Lehren, so viel ich weiß, keinen einzigen
ein Abriss der Geschichte der Chemie hinzugefügt ist.
Um dem entgegenzusetzen Zwecke gerecht zu werden, habe ich die Form
das Vorlesung gewählt. Der gewissermaßen persönliche Verkehr mit dem
Leser ist nicht, glaube ich, das Verlangen von der gleichen Art, und
und im zweiten Theile doch etwas schwierigeren Betrachtungen. In die
zweite Absicht zu erröthen, habe ich die Namen der meisten Chemiker von
forschenden Behandlung angenommen und ihnen auch die Jahreszahlen ihrer
Lebensjahre hinzugefügt.
Dem Standpunkte der chemischen Vorkenntnisse, welche die vor-
träge voraussetzen, habe ich die Behandlung des Stoffes angepasst. Die
Nicht-Beachtung haben abgesehen wie die Primäre von Iod- und Ge-
wöhnlichen Eigenschaften und diese habe ich neueren entlegenen Arbeiten
im Gebiete der Chemie der Kationentheorie zu folgen. Ich habe mich
daher soviel als möglich enthalten, die Beispiele aus diesen zu wählen und
nicht vor allem darauf bedacht, die Anwendung der modernen Anschauung
auf die vorerwähnte Chemie zu berücksichtigen, wo es aber unvereinlich
war, wie bei der Behandlung der Kern-, Substitutions- und Iodhydrate, auf
die organischen Verbindungen einzugehen, glaube ich es in einer Weise ge-
than zu haben, dass Lehrer der Grundvorlesung der Chemie in sich auf-
genommen hat folgen kann.
Bei dem Überfließen zu Gebote stehenden Stoffe habe ich mich natür-
lich an die Auswahl der Atomeinheiten beschränken müssen; wo

— 2 —

I. Hauptabschnitt: Die Geschichte der Chemie von den Anfängen bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts. II. Hauptabschnitt: Die Geschichte der Chemie von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. III. Hauptabschnitt: Die Geschichte der Chemie von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts.

„Man muss zuerst die Erscheinung an sich nach allen Seiten hin kennen lernen, sodann ermitteln, in welchem Zusammenhang dieselbe mit andern Naturerscheinungen steht, und wenn alle diese Beziehungen entdeckt sind, so besteht die letzte Aufgabe darin, diesen Zusammenhang oder das Abhängigkeitsverhältniss zu messen, d. h. durch Zahlen festzustellen“.

Mit diesen Worten deutet Liebig den Weg an, welchen alle inductiven Wissenschaften einzuschlagen haben und führt uns gewissermassen das Gesetz vor, nach welchem sich auch die chemische Wissenschaft naturgemäss entwickeln musste. Wenn ich es nun versuchen will, Ihnen diesen Entwicklungsgang in kurzer Skizze vorzuführen, wenn wir in wenigen Stunden das Bild rastloser Arbeit von Jahrhunderten an uns vorübergehen lassen wollen, so bitte ich Sie Nachsicht zu üben, da die übergrosse Fülle des Materials die Auswahl erschwert.

Meine heutige Aufgabe wird es sein, die Chemie von ihren ersten Anfängen zu verfolgen bis sie, jenen Worten Liebig's entsprechend, durch Einführung der numerischen Verhältnisse in ihre Betrachtungen einen festen Ausbau gewinnt und relativ fertig dasteht: ein wirklich wissenschaftliches Gebäude. Sie muss dazu jene oben angedeuteten Phasen durchlaufen: wir finden einen, viele Jahrhunderte umfassenden Zeitabschnitt, in welchem nur die Erscheinungen an sich Gegenstand der Beobachtung, dann des Studiums waren; er reicht bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts. Dann erst, nach so langer Vorbereitung, versuchte man den Zusammenhang vieler ähnlicher Erscheinungen unter gemeinsame Gesichtspunkte zusammenzufassen, ohne noch die gegenseitigen Beziehungen in Zahlen ausdrücken zu können; es war die Zeit von der Mitte des 17. bis zum letzten Viertel des 18. Jahrhunderts. Ihr folgte die Zeit der quantitativen Forschung, welche in der dualistischen Theorie ihren relativen Abschluss erreichend den Grund legte zu den Anschauungen der modernen Chemie. Gehen wir auf diese 3 Hauptabschnitte noch ein wenig genauer ein, so zerfallen sie uns wieder in folgende Perioden:

I. Hauptabschnitt:

1. Das Alterthum, bis ins 2. Jahrhundert n. Chr.
2. Das Zeitalter der Alchemisten, vom 4. bis zum Ende des 15. Jahrh.
3. Das Zeitalter der medizinischen Chemie, von Anfang des 16. bis Mitte des 17. Jahrh.

II. Hauptabschnitt:

4. Zeitalter der phlogistischen Theorie von der Mitte des 17. bis zum letzten Viertel des 18. Jahrh.

III. Hauptabschnitt:

5. Sturz der phlogistischen und Ausbau der dualistischen Theorie 1775—1830.

Darauf folgt dann der Sturz der dualistischen und Ausbau der modernen, Valenztheorie 1830 bis jetzt. —

Das Alter-
thum
bis ins 2. Jahrh.
n. Chr.

Die Jahrhunderte der grossen geistigen Arbeit der Culturvölker des Alterthums kann ich übergehen. Wir finden da keine Spur von „chemischen Anschauungen“. Die ganze Geistesrichtung war eine rein speculative, die durchaus von der Grundlage der inductiven Wissenschaften, dem Experiment absah, ja sogar die einfache Beobachtung vernachlässigte. Es beschränkte sich das ganze Interesse für chemische Thatsachen auf einzelne in der Praxis verwerthbare Prozesse, wie die Gewinnung der Metalle, des Glases, der Farben u. s. w. ohne die Frage nach der Erklärung derselben auch nur zu berühren. Wenn auch die Frage nach den letzten Bestandtheilen aller Körper die griechischen Philosophen beschäftigte, wenn Thales (600 v. Chr.) das Wasser den Urstoff aller Körper nannte, Anaximenes (557) die Luft, Heraclit (500) das Feuer, wenn Aristoteles (384—322) die 4 Elementarzustände des Trocken-heissen (Feuer), des Feucht-heissen (Luft), des Feucht-kalten (Wasser), des Trocken-kalten (Erde) kannte, so sind dies alles Betrachtungen, welche sich nur auf die Grundeigenschaften, nicht auf die Bestandtheile in chemischem Sinne bezogen. Auch Theophrast (371—286) beschrieb nur chemische Vorgänge, Dioscorides (I. saec. n. Chr.) und Plinius (23—79) gaben nur Notizen über chemische Prozesse, jener in medizinischem, dieser in allgemein naturwissenschaftlichem Sinne, ohne Speculationen daran zu knüpfen. —

Das Zeitalter
der Alche-
misten
v. 4. bis Ende
des 15. Jahrh.

Bis zum vierten Jahrhundert fehlen dann alle Nachrichten über die Entwicklung der chemischen Kenntnisse, die wahrscheinlich in den Pflanzstätten der Cultur, in Aegypten, Griechenland, Byzanz als Geheimnisse bewahrt, sich von Lehrer auf Schüler forterbten, zuerst sorgfältig gehütet in

den heiligen Mysterien, dann aber allmählig doch verbreitet. In dieser Zwischenzeit muss sich aber der Begriff der Metallverwandlung gebildet haben, denn am Ende des 4. Jahrhunderts tritt er als ein allgemein bekannter auf, und die Bestrebungen, welche mit der Idee der Verwandlung unedler Metalle in edle zusammenhängen, welche sich endlich in dem Begriff des „Stein der Weisen, des grossen Magisterium, des grossen Elixir“ zuspitzen, von dem Raimundus Lullus (1235—1315) sagt: „ein Stück von dieser köstlichen Medizin von Grösse einer Bohne verwandelt 1000 Billion Pfund Quecksilber in Gold, das besser ist als alles Gold aus den Bergwerken“, — ich sage diese Bestrebungen beherrschten nun einen Zeitraum von über 1200 Jahren. Man fasst sie bekanntlich alle unter dem Namen „Alchemie“ zusammen und kann ihren Ursprung mit ziemlicher Bestimmtheit auf die berühmte ägyptische Hochschule Alexandria zurückführen. Die Idee, welche der Verwandlung der Metalle zu Grunde lag, ist durchaus nicht eine unerklärliche, lächerliche, wie Manche glauben, sondern sie beruht auf einer bestimmten chemischen Anschauung, und gehört daher in das Gebiet unserer Betrachtungen. Die Alchemisten setzen voraus: die Metalle seien zusammengesetzte Körper. Sie verstanden unter Metallen Mineralien mit hohem spezifischem Gewicht, lebhaftem Glanz, Elasticität, Dehnbarkeit, und fassten daher auch Körper wie Bleiglanz, Schwefelkies und dergleichen als Metalle auf, die, weil sie die letzteren Eigenschaften in sehr geringem Grade besitzen, auf sehr tiefem Standpunkte der Metallität stehen. Die Erfahrung zeigte aber, dass durch Entfernung des Schwefels aus dem Bleiglanz Blei gewonnen wurde, d. h. das Metall in eine höhere Stufe der Metallität rückte. Durch Abtreiben des Bleies konnte Silber, aus diesem selbst geringe Quantitäten Gold gewonnen werden. Lag also nicht die Hoffnung nahe, durch Vervollkommen der Methode immer mehr des unedlen Metalles in die edle Form überzuführen? Rothe Erde, mit Oel geglüht, lieferte Eisen, dieses konnte durch die Lösung eines blauen Steines in Kupfer „verwandelt“ werden, welches mit Galmei behandelt eine dem Golde ähnliche Farbe annahm. Waren das nicht alles Erfahrungen, welche die auf der ersten Stufe des Experimentirens stehenden Forscher verlocken mussten, immer mehr dem „grossen Geheimniss“ nachzugehen? Die Folge dieser Arbeiten waren bestimmte chemische Anschauungen, die schon Geber (im 8. Jahrh.) aussprach und welche später wenig geändert wurden. Man nahm alle Metalle als zusammengesetzt an aus Schwefel und Quecksilber (Mercurius); anfänglich verstand man darunter wohl die beiden bekannten Stoffe selbst, später waren es nur Symbole;

Das Zeitalter
der Alchemisten
v. 4. bis Ende
des 15. Jahrh.

Das Zeitalter der Alchemisten v. 4. bis Ende des 15. Jahrh. Merkur für die Unzersetzbarkeit, Flüchtigkeit, Ursache des Metallglanzes Dehnbarkeit, Metallität, Schwefel für die Brennbarkeit, Zersetzbarkeit, Veränderlichkeit. Später sah man diese als Bestandtheile aller Körper an, so dass z. B. Basilius Valentinus (Ende des 15. Jahrh.) vom Weingeist sagte: „da ein rektificirtes aqua vitae angezündet wird, so scheidet sich der Mercurius und der Sulphur von einander, der Schwefel brennt ganz hitzig, denn er ist lauter Feuer, so fleuget der zarte Mercurius in die Luft und gehet wieder in sein Chaos“. Das waren nicht mehr darstellbare Bestandtheile, sondern Quantitäten, denen übrigens Basilius Valentinus als dritte noch Salz, als das Princip der Unverbrennlichkeit zufügte, welches wir in den Rückständen der meisten Verbrennungen wahrnehmen. So waren die 3 Elemente der späteren Alchemisten: Schwefel, Quecksilber und Salz. Sie finden sich in den Körpern in verschiedenem Grade der Reinheit und des Fixirtseins. Was letzteres bedeuten soll, ist kaum zu sagen, es ist einer jener vielen unklaren Begriffe, an denen die Werke der Alchemisten so reich sind. Geber sagt z. B.: „Das Gold ist eine Zusammensetzung von sehr viel Mercurius und wenig Schwefel, beide im Zustande der grössten Reinheit und sehr fixirt; im Zinn hingegen ist mehr Schwefel, welcher wenig fixirt und unrein ist, mit nur theilweise fixirtem und zudem unreinem Mercurius gemischt“. Diese beiden Proben geben Ihnen ein ungefähres Bild von den chemischen Anschauungen der Alchemisten und ihrer Ausdrucksweise. Das Studium jener Zeit wird wesentlich erschwert durch das mystische Dunkel, in welches sich die meist dem geistlichen Stande angehörenden Persönlichkeiten hüllen, und die unklare, schwülstige, ja mit Willen unverständliche Redeweise, deren sie sich bedienen, theils um ihre eigene Unklarheit zu verhüllen, theils in eifersüchtiger Furcht, etwas von ihren Geheimnissen zu verrathen. Daher ist denn auch in dem so langen Zeitraum kaum ein wirklicher Fortschritt bemerkbar, die Ansichten Geber's wurden nach Jahrhunderten von Albertus Magnus (1193—1280), von Roger Baco (1235—1312) fast unverändert beibehalten, nur verband sich allmählig mit dem „Stein der Weisen“ immer mehr die Idee, dass derselbe ausser der Verwandlung der Metalle auch die Kraft besässe die Gesundheit zu erhalten, das Leben zu verlängern, also die Idee der Universalmedizin. Der vorher erwähnte Basilius Valentinus sah die Befreiung des menschlichen Körpers von Krankheit und die Befreiung der Metalle von unedlen Stoffen für analoge chemische Erscheinungen an und bildet somit den Uebergang zu dem folgenden Zeitalter. Die ganze Periode der Alchemie fördert wohl die Menge des chemischen

Materials, aber nicht die des chemischen Wissens. Wenn auch eine bestimmte Anschauung der ganzen Richtung zu Grunde liegt, so ist es doch nicht eine „Idee“ im oben citirten Sinne Liebig's, es ist kein Versuch, dem Grunde der Erscheinungen auf die Spur zu kommen, dieselben zu erklären. —

Der Aufschwung der Wissenschaften am Ende des 15. und Anfang des 16. Jahrhunderts, der sich in der Gründung von immer mehr Universitäten zu erkennen gab, die Vervielfältigung der geistigen Erzeugnisse durch den Buchdruck, die Entdeckung Amerika's, die Reformation, alle diese wichtigen Hebel des Fortschritts, sie mussten auch auf unsre Wissenschaft günstig wirken, aber der Fortschritt während der nächsten zwei Jahrhunderte war doch nicht ein bedeutender: Alle hervorragenden Chemiker jener Zeit, Paracelsus (1493—1541), Agricola (1494—1555), Van Helmont (1577—1644), Glauber (1604—1668), de le Boë Sylvius (1614—1672) waren noch mehr oder weniger strenge Anhänger der Metallverwandlung, aber dieselbe war nicht mehr der Zweck ihrer Studien. Ihre Hauptthätigkeit ging darauf hin, die Chemie zur helfenden Dienerin der Medizin zu machen. Bis zum Anfang des 16. Jahrhunderts folgten alle Aerzte den Prinzipien Galens (geb. 121 v. Chr.), welcher der Aristotelischen Lehre von den Elementarzuständen der Materie anhängend, die Krankheiten mit Mitteln bekämpfen wollte, welche der Störung des richtigen Gleichgewichts zwischen der Hitze, Kälte, Trockniss, Feuchtigkeit entgegenwirken sollten. Die genannten Aerzte der medicinisch-chemischen Periode versuchten nun die chemischen Wirkungen der Medicamente auf den Körper zu studiren, und so nahm unter ihnen die Chemie die ganz bestimmte Stellung als Hülfswissenschaft der Medizin ein, während die eigentliche Alchemie immer mehr in die Hände von Glücksrittern und Betrügern überging, sich unsrer Betrachtung also entzieht. Was die chemischen Anschauungen der Jatrochemiker betrifft, so nahmen die meisten derselben, dem Vorgange von Paracelsus folgend auch noch Salz (als Princip der Consistenz, Unzerstörbarkeit durch Feuer), Schwefel (der Verbrennlichkeit, Veränderlichkeit, z. B. des Wachstums), Merkur (der Flüssigkeit, unveränderlichen Verflüchtigung durch Hitze) als Bestandtheile aller organischer und unorganischer Körper an. Nur van Helmont wich davon ab, indem er als Hauptbestandtheil aller Dinge das Wasser ansah, fussend auf dem Versuche, dass er in einen Topf mit Erde eine Weide pflanzte, dieselbe 5 Jahre pflegte, nur mit Wasser begoss, und fand, dass sie 169 Pfd. an Gewicht gewonnen, während das Gewicht der Erde in dem Topfe sich nicht verändert hatte.

Das Zeitalter
der medizinischen
Chemie
Anfang des
16. bis Mitte
d. 17. Jahrh.

Das Zeitalter
der medizini-
schen Chemie
Anfang des
16. bis Mitte
des 17. Jahrh.

Er war der erste, der Gase untersuchte, auch diesen Namen für Luftarten einführte; auch stellte er den Grundsatz auf, dass ein Stoff in andre Verbindungen eintreten könne, ohne seine eigenthümlichen Eigenschaften zu verlieren, so dass er daraus unverändert wieder gewonnen werden könne. Glauber, ein äusserst thätiger Chemiker, übrigens kein Arzt, ist der erste, welcher die Idee der Verwandtschaft klar ausspricht, indem er zeigt wie Kochsalz und Salpeter durch Schwefelsäure zersetzt werden, und Salmiak durch Kalk; er gebraucht als Erklärung für die Erscheinung den Ausdruck: „Der eine Bestandtheil liebt den andern und wird von ihm geliebt.“ Das ist ein wesentlicher Fortschritt, das ist der Anfang zur wissenschaftlichen Chemie. Sonst hat dieses Zeitalter die „Ideen“ wenig gefördert, auch hat das Ganze iatrochemische System damals keine allgemeine Anerkennung gefunden. Nebenbei möchte ich noch erinnern an den damals herrschenden Glauben an ein allgemeines Auflösungsmittel für alle Stoffe, Alkahest, und an die enorm heilbringende Wirkung des flüssigen Goldes, ein Nachklang des Steins der Weisen. —

Uebergang.

Der Zeitgeist des Anfangs des 17. Jahrhunderts, angeregt durch einen Keppler, Gallilei, Torricelli, der Geist der Wissenschaftlichkeit, für die inductiven Wissenschaften angebahnt durch Baco von Verulam (1561—1626) begann auch für die Chemie seine tief eingreifende Wirkung zu äussern. Baco's Lehren, in denen er auf die Erfahrung wies, das Experiment empfahl, den Weg zur Erkenntniss von Naturgesetzen in genauer Beobachtung erkannte, fingen an ihre Früchte zu tragen. Die Menge des chemischen Materials war schon so gross geworden, dass es das Studium der Forscher allein in Anspruch nahm, und da nun die Frage nach der Zusammensetzung und Zerlegung aller Stoffe und die Ermittlung der damit verbundenen Erscheinungen als eine neue grosse Frage sich hinzugesellte, so trat allmählig die Chemie aus ihrer untergeordneten Stellung heraus, und seit der Zeit därtirt das erste Stadium der wissenschaftlichen Chemie.

Zeitalter der
phlogistischen
Theorie. Mitte
17. Jahrh. bis
z. letzten Vier-
tel des 18.
Jahrhundert.

Natürlich war es, dass die erste chemische Theorie, der wir begegnen, sich nicht auf das Gesamtgebiet der ganzen Chemie erstrecken konnte, sondern sich auf Vereinigung der am häufigsten beobachteten, am meisten in die Augen springenden Erscheinungen unter gemeinsame Gesichtspunkte beschränkte. Während die Erweiterung der chemischen Kenntnisse rapide vor sich ging und alle Theile der unorganischen Chemie umfasste, richteten sich die theoretischen Betrachtungen vornehmlich auf die Erklärung des Verbrennungsprozesses.

Die Ansicht, welche schon Plinius über den Gehalt des Schwefels an Feuermaterie aussprach: *Neque alia res (sulphure) facilius accenditur, quo apparet, ignium vim magnam ei inesse*, zieht sich durch das ganze Alterthum, Mittelalter, und neuere Zeit. Bis ans Ende des 18. Jahrhunderts herrschte die Ansicht, dass die Verbrennlichkeit eines Körpers von dem Gehalt an einem bestimmten Bestandtheile bedingt sei, welcher bei der Verbrennung fortgehe. Die Oxydation der Metalle wurde schon sehr früh als ein der Verbrennung analoger Prozess betrachtet, schon Dioscorides und Plinius bezeichnen die Rückstände der Verbrennung der Metalle als *σποδοί* (Asche), cineres; — die Metalloxyde werden cineres genannt; *Κεκαυμένος χαλκός*, (verbranntes Kupfer) nennt Dioscorides das Kupferoxyd; *plumbum ustum*, und *cinis plumbi usti* heisst bei Plinius das Bleioxyd. Calces werden die Metalloxyde bei Geber genannt, woher der Ausdruck „Metallkalke“ für Oxyde allgemein gebräuchlich wird. Alle Forscher bis ans Ende des 18. Jahrhunderts beantworteten die Frage nach der Entstehung der Metallkalke stets dadurch, dass das Metall einen Bestandtheil verliert, um in den Kalk überzugehen. Schon Plato sagt, Rost bilde sich, indem Eisen etwas Erdiges aussondere. Geber sagt: *Una intentio, quare metalla calcinantur, est, ut sulphureitas adustiva deleatur. Per ignem enim comburitur omnis res, in qua est sulphureitas adustiva.* Aus diesen wenigen Andeutungen sehen Sie, dass die Grundanschauungen schon im Alterthum und Mittelalter vorhanden waren, die Phlogistiker aber, Boyle (1627–1691) und Kunkel (1630–1702) als Vorläufer, Becher (1635–1682) und vor Allem Stahl (1660–1734), der Vater der neuen Theorie, construirten aus allen mühsam gesammelten Bausteinen ein festes Lehrgebäude, indem sie alle Erscheinungen der Verbrennung an allen Körpern unter einen Gesichtspunkt brachten. In allen verbrennlichen Körpern, auch den Metallen, ist ein Brennstoff, Phlogiston enthalten, welcher bei der Verbrennung entweicht; nach seiner Entfernung erkennt man, was der Körper noch sonst für Bestandtheile enthielt; Schwefel besteht also aus Schwefelsäure + Phlog., Phosphor aus Phosphorsäure + Phlog., Eisen aus Eisenoxyd + Phlog.; Kohle ist fast reines Phlogiston. Umgekehrt kann der seines Phlogistons beraubte Körper, indem er mit einem sehr phlogistonreichen erhitzt wird, das Phlog. wieder aufnehmen; — darauf beruht die Gewinnung des Phosphors aus Phosphorsäure, der Metalle aus ihren Kalkendurch Glühen mit Kohlenstoff. Dabei weiss Stahl sehr wohl, dass bei der Verkalkung der Metalle eine Gewichtszunahme stattfindet, hält das aber für unwesentlich.

Zeitalter der phlogistischen Theorie. Mitte 17. Jahrh. bis z. letzten Viertel des 18. Jahrhunderts.

Zeitalter der
phlogistischen
Theorie. Mitte
17. Jahrh. bis
z. letzten Vier-
tel des 18.
Jahrhundert.

Wir, die wir in so ganz entgegengesetzten Anschauungen aufgewachsen sind, können uns in den Gedankengang der Phlogistiker schwer hineinversetzen und ich empfehle Ihnen daher, wenn Sie Sich jene Theorien klar machen wollen, unter Phlogiston stets negativen Sauerstoff zu verstehen, mit der Oxydation also den Begriff der Abgabe, mit der Reduction den der Aufnahme von Phlogiston zu verbinden; oxydirt heisst in die Sprache jener Theorie übersetzt: dephlogistisirt. Was die Elemente betrifft, so fasste Becher noch die drei einfachen, erdigen Substanzen, die verglasbare (Schmelzbarkeit), die brennbare (pinguis, — Brennbarkeit), die mercurialische (Flüchtigkeit) als die Bestandtheile aller unterirdischen (unorganischen) Stoffe auf; — in dem folgenden Zeitalter sehen wir erst allmählig den uns geläufigen Begriff der Elemente Platz greifen, doch wurden natürlich noch viele Substanzen, welche jetzt zerlegt sind, namentlich z. B. Alkalien und Erden als Elemente betrachtet. Die grosse Menge der Chemiker in Deutschland, England und Frankreich, welche ich nicht erst aufzählen will, waren bis zu den siebziger Jahren des vor. Jahrhunderts sämmtlich Anhänger der Phlogiston-Theorie, namentlich die deutschen Forscher, unter unmittelbarem Einfluss des grossen Stahl, hielten noch zuletzt an seiner Lehre fest, als sie im Auslande schon wankend geworden war. Wunderbarer Weise haben gerade die meisten der Männer, welche vorzüglich zum Sturze des Phlogiston beigetragen haben, dasselbe am eifrigsten vertheidigt. Ich meine die Engländer Black (1728—1799), Cavendish (1731—1810), Priestley (1733—1804) und die Schweden Bergmann (1735—1784) und Scheele (1742—1786). Sie Alle haben Enormes geleistet in der Herbeischaffung von neuem Material, welches nach und nach dem zu eng gewordenen Kleide, der Theorie, überall herauswuchs; da musste denn immer rechts und links gezupft und wieder und wieder verändert werden, und es wollte doch immer nicht mehr passen, bis endlich Einer, der den chemischen Beobachtungen viel ferner stand als sie, kam und kurzweg die Form zerbrach, aber auch das Genie hatte, eine neue, richtige, den Anforderungen entsprechende an ihre Stelle zu setzen, das war Lavoisier.

So gerne ich mich auf die epochemachenden Arbeiten der genannten Chemiker einlassen möchte, die Zeit reicht dazu nicht aus. Lassen sie mich nur kurz daran erinnern, dass Black es war, der durch seine Arbeiten über die Ursache der Causticität der Alkalien die Annahme stürzte, dass der Kalk beim Glühen durch Aufnahme der Feuermaterie ätzend würde, und diese dann an Alkalien übertragen könnte, und an ihre Stelle die richtige Ansicht setzte, dass die „milden“ d. h. (kohlen säurehaltigen) Alkalien durch Abgabe

von „fixer Luft“ (Kohlensäure) ätzend würden; — dass er ferner der Entdecker der latenten Wärme war, die Gewichtslosigkeit des Wärmestoffes nachwies, und somit in die Auffassung der bei der Erhitzung und Verbrennung von Körpern auftretenden Erscheinungen von dieser, physikalischen Seite her das richtige Licht brachte. Cavendish widmete seine Thätigkeit hauptsächlich der Untersuchung von Gasen und brachte in die Phlogistontheorie insofern eine grosse Umwälzung, als er 1766 die Eigenschaften des Wasserstoffs kennen lehrte, der bei dem Auflösen von Metallen entwich, „also ein Bestandtheil derselben sei“, der die Metallkalke wieder in Metalle verwandelte. Er war also endlich das so lange gesuchte und noch nie dargestellte Phlogiston; der inzwischen entdeckte Sauerstoff war für Cavendish „dephlogistisirtes Wasser“. Somit hatte dieser Ausdruck „dephlogistisirt“ eine ganz andere Bedeutung gewonnen, als wir vorher kennen gelernt hatten. Wenn schon diese Entdeckungen die Phlogistontheorie wesentlich veränderte, so war es noch mehr der Fall mit der Entdeckung des Sauerstoffs, welche 1774 gleichzeitig von Priestley und Scheele, aber unabhängig von einander, gemacht wurde. Beide haben die Wissenschaft so unendlich bereichert, (Scheele z. B., der bedeutendste Experimentator, der je gelebt, hat die Weinsäure, Oxalsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Gerbsäure, Glycerin, Molybdänsäure, Wolframsäure, das Mangan, Chlor, Baryt, Fluorwasserstoffsäure, Sauerstoff (Feuerluft) entdeckt), beide aber sind für die Entwicklung der Theorie wenig fruchtbringend gewesen. Cavendish, Priestley, Scheele sind bis zuletzt Anhänger der Phlogistontheorie geblieben, Black nicht. Bergmann, auch bis zu seinem Tode der Phlogistontheorie treu, hat seine Berühmtheit den ungemein fleissigen Studien zu verdanken, die er auf Ausarbeitung der Verwandtschaftstabellen verwandte.

Zeitalter der phlogistischen Theorie. Mitte 17. Jahrh. bis z. letzten Viertel des 18. Jahrhunderts.

So unrichtig die Theorie war, deren Verlauf wir eben in kurzen Zügen haben an uns vorübergehen lassen, so wichtig war sie doch für die Wissenschaft; sie wirkte anregend auf alle Forscher, das Für und Wider erzeugte immer neue Arbeiten und wenn sie endlich auch die wundersamsten Auswüchse trieb, wenn sogar bei immer grösserer Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse die mit dem Entweichen des Phlogistons entstehende Gewichtsvermehrung durch „negative Schwere“ desselben erklärt werden musste, so war das eben nur ein Zeichen ihres nahen Falles, der jeder Theorie bevorstehen kann, sobald neue Entdeckungen gemacht werden. Und sie war überdem die erste, konnte also kaum sofort die richtige sein. Auffassung der Verbrennung

als Zersetzung und Vernachlässigung der quantitativen Verhältnisse, das ist es, was sie charakterisirt.

Lavoisier
und seine
Verdienste.
(1743—1794)

Lassen Sie uns nun gemeinschaftlich den Einfluss des Mannes betrachten, welcher allein die bisherigen Anschauungen gestürzt, welcher in genialster Weise ein neues Gebäude construiert hat, welcher mit seinen Fehlern, die nicht zu verkennen sind, doch einer der ersten Coryphäen der Wissenschaft war.

Lavoisier (1743—1794) arbeitete zuerst in den uns schon bekannten Verbrennungserscheinungen; mit der Waage in der Hand verfolgte er sie und die Verkalkungsprozesse der Metalle, und als 1774 der Sauerstoff entdeckt war, und seine Entdecker nichts damit anzufangen wussten, da war er es, der den Schleier endlich lüftete und den wichtigen Satz aussprach: Die Verbrennungs- und Verkalkungsprozesse sind ihrem Wesen nach Verbindungen, und zwar mit dem *air éminent pur*, dem später Sauerstoff genannten Elemente. Der Versuch, welcher so historisches Interesse hat, welcher der Anfang der neuen Aera ist und definitiv mit der Vergangenheit brach, wird ihnen gewiss von Interesse sein. Boyle hatte ihn schon 100 Jahre früher angestellt. In einer zugeschmolzenen Retorte hatte er Blei erhitzt; — ein Theil desselben verkalkte; nach dem Oeffnen der Retorte strömte Luft mit Geräusch hinein und Boyle fand das Blei mit dem Bleikalk 6 Gran schwerer als vorher. Was schloss er daraus? Das Einströmen der Luft war ihm nur ein Beweis dafür, dass die Retorte luftdicht schloss, die Gewichtszunahme des Bleies hielt er für die Folge von der Aufnahme an Feuermaterie. Lavoisier wiederholte denselben Versuch, fand ihn bestätigt, machte aber einen wesentlich andern Schluss daraus. Sein Kalkül war folgender: Ist die Verkalkung Folge der Aufnahme des Wärmestoffes, so muss die Retorte nach Beendigung des Prozesses, ehe man sie öffnet, mehr wiegen, als am Anfang der Operation. Das war nicht der Fall; sie war gleich schwer. Es konnte also die Verkalkung nicht durch von aussen eingedrungenen Wärmestoff, sondern nur durch Fixation eines Theiles der in der Retorte befindlichen Luft vor sich gegangen sein; es musste also die Retorte nach der Oeffnung mehr wiegen, da Luft eingeströmt sei. Dass war auch der Fall, die Retorte hatte um 10 Gran zugenommen, um so viel, als das Metall durch die Verkalkung an Gewicht gewonnen hatte. Damit war bewiesen: die Verkalkung ist eine Verbindung des Metalles mit einem Theil der in der Retorte befindlichen Luft.

Sie werden leicht ermessen können, einen wie tief eingreifenden Umschwung diese Folgerung auf das gesammte Gebiet der chemischen Anschauungen haben musste. Lavoisier wusste zwar damals (1774) noch nicht den Stoff zu bestimmen, mit dem das Metall sich verbunden habe, er hielt ihn für fixe Luft (Kohlensäure), doch nach der Entdeckung des Sauerstoffes gab er diesen als die Ursache der Verkalkung an. 1776 wies er die Verbrennung des Diamanten zu Kohlensäure, 1777 die des Phosphors zu Phosphorsäure nach, bewies, dass bei der Verbrennung der organischen Stoffe der Sauerstoff der Luft thätig sei, der Stickstoff indifferent bleibe. Er zeigte den Gehalt der Schwefelsäure an Schwefel und Sauerstoff und schloss 1778, dass alle Säuren Sauerstoff enthielten, dass er das säuernde Princip, oxygène, sei und schlug im Anschluss daran mannigfache Neuerungen in der Nomenklatur vor (1781). Sodann beschäftigte er sich mit den Metalloxyden, zeigte, dass die Auflösung von Metallen oft mit Entwicklung von Wasserstoff verbunden sei und sprach den Grundsatz aus, dass nicht die Metalle sich mit den Säuren verbänden, sondern die Metalloxyde. Ferner zeigte er, dass bei Verbrennung organischer Substanzen, wie Alkohol, Oel, Wachs, sich Kohlensäure und Wasser bilde, sie also aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff beständen; auch gab er die richtige Definition der Elemente und zeigte, dass die Metalle Elemente seien. Seinen quantitativen Untersuchungen lag endlich der fest von ihm formulirte Satz zu Grunde, dass die Quantität der Materie unveränderlich sei. Sie ist unzerstörbar; durch chemische Vorgänge findet nur eine Umlagerung, kein Verschwinden der Materie statt: „man kann die angewandten Substanzen und die erhaltenen Produkte in eine algebraische Gleichung stellen, aus der man, wenn ein Glied unbekannt ist, dasselbe berechnen kann.“ So gab er, mit der Waage in der Hand, in der Analyse eine Controle für die Richtigkeit der Untersuchung. —

Lavoisier
und seine
Verdienste.
(1743—1794)

In Allem, was ich Ihnen eben mitgetheilt, fühlen Sie Sich angeheimelt; — das sind ja dieselben Grundsätze der Chemie, welche Sie Alle kennen, welche im Grossen und Ganzen noch jetzt die Grundlage der chemischen Betrachtungen bilden. Denken Sie Sich nun in jene Zeit hinein, wo Lavoisier mit diesen Anschauungen allein dastand, wo er mit der ganzen Vergangenheit brach und dieses neue System aufbaute, so werden Sie ohne Frage seinem Genie Ihre Hochachtung nicht versagen können. Eine andere Frage aber ist es, ob er, der diese Revolution in der Wissenschaft hervorgebracht, auch selbst Schöpfer der Ideen war, welchen er so grosse Tragweite zu geben verstand, ob er seine genialen Combinationen auch eigenen Beobachtungen und Versuchen verdankte. Gerade in den letzten Monaten ist diese

Lavoisier
und seine
Verdienste.
(1743—1794)

Frage von mehreren Seiten lebhaft erörtert worden. Angeregt wurde sie durch eine Arbeit des bekannten französischen Chemikers Wurtz, in welcher derselbe die Geschichte der chemischen Theorien seit Lavoisier behandelt und diese in ächt französischer Anmassung mit den Worten beginnt: „La chimie est une science française: elle fut constituée par Lavoisier d'immortelle mémoire“. Das ganze Werk ist eine Verherrlichung der französischen Chemiker und lässt die bedeutendsten Männer anderer Nationen entweder unberücksichtigt oder weist ihnen eine verhältnissmässig untergeordnete Stellung an. Gegen dasselbe wendete sich im Journal f. pract. Chem. ausser Kolbe, (der in dem ganzen Werke nur einen Beweis für den Satz findet: „Das Kaiserreich ist die Lüge“ und somit einen Ton anschlägt, der wohl besser den wissenschaftlichen Journalen fern bliebe) vorzüglich Volhard in gründlicher und vorurtheilsfreier Untersuchung der positiven Leistungen Lavoisier's und gelangt zu dem Resultate, dass derselbe trotz seines durchdringenden Scharfsinnes, seines unermüdlichen Fleisses, der unvergleichlichen Klarheit seiner Gedanken doch sich nirgend als Chemiker productiv erwiesen, keinen neuen chemischen Gedanken, keine neue Methode geschaffen habe und nennt ihn selbst einen Dilettanten in der Chemie. Dies scheint mir doch etwas zu weit gegangen; denn wenn auch Lavoisier's Charakter nicht ganz rein dasteht, indem er, selbst kein gewandter Experimentator, mehrfach Versuche Anderer sich unrechtmässig aneignete und nicht nur seine genialen Schlüsse daraus zog, sondern auch den Ruhm der Priorität in Bezug auf die Versuche selbst beanspruchte, so wird seine Bedeutung für die theoretische Chemie dadurch nicht geschmälert. Ich meine, wenn man auch von seinem Ruhme den des geschickten Experimentators, den er sich gerne vindicirt hätte, abzieht, so bleibt doch noch immer genug übrig, um ihn als Reformator der Wissenschaft erscheinen zu lassen. „La chimie fut constituée par Lavoisier“ ist jedenfalls vollkommen falsch, denn das ist sicher: hätte er nicht das Glück gehabt, so eminente Vorarbeiter in der ganzen Stahl'schen Schule, so glänzende Mitarbeiter unter den Experimentatoren, wie Cavendish, Black, Scheele etc. vorzufinden, so hätte er sicher wenig geleistet. Aber er hat mit wunderbarem Scharfsinn das von Andern vor ihm und zu seiner Zeit angehäuften Material benutzt, ihm ganz neue und richtige Deutung gegeben, die Sprache des Phlogiston in die der Oxydation übersetzt und die Versuche Anderer, aus denen dieselben nichts zu machen wussten, für seine Theorien zu verwerthen gewusst. Seine epochemachende Thätigkeit culminirt in den 2 Punkten: 1. in der richtigen Erklärung aller Verbrennungs- und Oxydations-

erscheinungen als Produkte von chemischer Verbindung mit dem Sauerstoff, 2. in dem Beweise der Unzerstörbarkeit der Materie, den er durch Einführung der Waage in die Wissenschaft lieferte.

Lavoisier
und seine
Verdienste.
(1743—1794)

Wenn auch Volhard viele Beispiele anführt, in denen Marggraf, Cavendish, Bergmann, Scheele u. A. m. grosses Gewicht auf die durch die Waage gefundenen Quantitäten gelegt haben, so hat das nichts zu sagen, denn wenn der Ausdruck gebraucht wird „Lavoisier habe die Waage in die Chemie eingeführt“, den Volhard nicht wahr haben will, so bedeutet derselbe doch offenbar: Lavoisier war der erste, welcher die Rücksicht auf die Gewichtsverhältnisse für die Zulässigkeit der Theorie **entscheidend** erachtete, und das ist ihm nicht abzusprechen. Jedenfalls verlassen wir den Blick auf Lavoisier's Thätigkeit mit der Erkenntniss, dass nach seinem Tode die Wissenschaft ein ganz anderes Aussehen gewonnen, dass durch ihn die chemischen Anschauungen von Grund aus andere geworden waren. —

Die französischen Chemiker waren die ersten, die Lavoisier in seinen Ansichten beistimmten. Zuerst Berthollet (1748—1822), berühmt durch seine Arbeiten über die Verwandtschaft und durch den jahrelangen (1801—1807) Widerstand, den er der besonders von Prout vertheidigten Zusammensetzung der Körper in festen Verhältnissen entgegensetzte; — darauf sehr bald alle übrigen, so dass man eine Zeit lang diese neue Richtung „die französische Chemie“ nannte. Die deutschen Chemiker bequerten sich erst in den neunziger Jahren dazu, allmählig die Phlogistontheorie aufzugeben, zuerst Klaproth (1743—1817); doch sehen wir die sich nun vorbereitende dualistische Anschauung sich entwickeln, ohne dass deutsche Chemiker wesentlich eingreifen; die allerdings nicht geringe Zahl derselben ist mehr mit praktischen, auf die Kenntniss der einzelnen Stoffe gerichteten Arbeiten beschäftigt und ausser Klaproth wären nur Wenzel (1740—1793) und Richter (1762—1807) zu nennen, besonders des letzteren vortreffliche Arbeiten über die „stöchiometrischen“ Verhältnisse, welche jedoch ziemlich unbekannt blieben und erst später die gerechte Würdigung fanden.

Wir sehen vom Anfang unseres Jahrhunderts an die Streiter für den Fortschritt der Chemie mit den verschiedensten Waffen zu Felde ziehen. Alle Theile der Chemie wurden bearbeitet, alle Zweige der Physik, die eine Anwendung für die chemischen Betrachtungen gestatteten, zu Hülfe herbeigezogen, und so lieferten denn die ersten zwanzig Jahre eine ungeheure Ausbeute der verschiedensten Entdeckungen, die, sich gegenseitig ergänzend, neue Theorien

Vorarbeiten
der dualisti-
schen
Theorie.
1800—1820.

Vorarbeiten
zur dualisti-
schen
Theorie.
1800—1820.

schufen. Wie interessant ist es, diesem Wogen der Ansichten genauer zu folgen, immer mehr die richtigen Ideen aus dem Chaos der widersprechendsten Anschauungen sich herausbilden, auch wieder verschwinden und nach längerer Zeit neu belebt wiedererstehen zu sehen! Ich kann hier natürlich auf die Details nicht eingehen, sondern will Ihnen nur die Hauptgesichtspunkte hervorheben, welche bestimmend auf die Aufstellung der neuen Theorien einwirkten, um dann wieder einen Augenblick länger zu verweilen an einem solchen Markstein der Wissenschaft, wie Berzelius es war, der, das Gesamtwissen der ganzen Zeit in sich vereinigend, aus Allem ein Ganzes zu schaffen und eine den damaligen Kenntnissen entsprechende, allgemeine Theorie aufzustellen vermochte.

Die Entdeckungen und Theorien, welche ich Ihnen als die wichtigsten aus diesem Zeitraume hervorheben muss, sind folgende:

1. Das Prout'sche Gesetz von den constanten chemischen Verbindungen, (1808)
2. Das Dalton'sche Gesetz der multiplen Proportionen und die daraus resultirende atomistische Theorie, (1808)
3. Das Gay-Lussac'sche Gesetz von den Volumverhältnissen der Gase in ihren Verbindungen, (1808)
4. Die Davy'sche elektrochemische Theorie; — rechnen Sie dazu das Dulong-Petit'sche Gesetz der specif. Wärme (1819) und das Mitscherlich'sche (1819) des Isomorphismus, so haben Sie in diesen allen die wichtigsten Momente, welche die Basis zu den Berzelius'schen Theorien bildeten.

Es ist schwer, für eine solche in steter Entwicklung befindliche Wissenschaft Zeiträume durch Zahlen zu markiren, aber Sie können etwa die Vorbereitung der Berzelius'schen Theorie auf die Jahre 1800 — 1820, ihren Ausbau auf 1820 — 1830 rechnen. Denken Sie, welch ein ausserordentlicher Fortschritt es war, als, nach dem oben erwähnten, mit äusserster Energie durchgeführten Kampfe gegen Berthollet (1748-1822) es Prout (1755—1826) gelang, unterstützt durch die Arbeiten vieler anderer Chemiker, vor Allem nach Bekanntwerden der Arbeiten Richter's, den Grundsatz zu allgemeiner Anerkennung zu bringen: *dass die Verbindung der Elemente untereinander in constanten Verhältnissen vor sich gehe*, für welche Richter schon das Wort „stöchiometrische Verhältnisse“ eingeführt hatte. Da war denn allerdings zu dem Gesetze der multiplen Proportionen nur ein kurzer Schritt, und Dalton (1766—1844) welcher, schon von 1801 an, das quantitative Verhältniss,

Vorarbeiten
zur dualisti-
schen
Theorie.
1800—1820.

in welchem die Stoffe in den Verbindungen zu einander stehen, zum Gegenstande seiner Untersuchung gemacht hatte, fand bald, dass, wenn eine bestimmte Menge eines Körpers sich mit verschiedenen Quantitäten eines zweiten Körpers verbinde, diese Mengen in einem einfachen Verhältnisse zu einander stehen. Er betrachtete daher die Elemente aus gleichartigen kleinsten Theilen, **Atomen**, zusammengesetzt, deren Gewicht bei den verschiedenen Elementen verschieden ist. Indem nun solche Atome sich aneinanderlagern, entstehen, sagte er, die chemischen Verbindungen.

Vorarbeiten
zur dualistischen
Theorie.
1800—1820.

Es kann sich aber nicht nur ein Atom eines Elementes mit einem oder mehreren eines 2ten vereinigen, sondern auch zwei oder mehr, so dass ein solcher Atomcomplex aus 1, 2, 3 — und mehr Atomen jedes einzelnen darin enthaltenen Elementes bestehen kann. Das war das Gesetz der multiplen Proportionen. Auffallend schnell fand dasselbe allgemeine Anerkennung, und die Arbeiten gingen nun wesentlich darauf hinaus, die Gewichte dieser Atome, die Atomgewichte, festzustellen. Berzelius vorzüglich hat sich, nachdem er auf den glücklichen Gedanken gekommen war, für die Elemente die Symbole einzuführen und durch chemische Formeln und Gleichungen die Zusammensetzung der Körper und die chemischen Prozesse wiederzugeben, um die Atomgewichtsbestimmung verdient gemacht. — Die atomistische Theorie an sich war keine neue, schon von den griechischen Philosophen herstammend, aber die Idee, ihre Gewichte aus ihren Verbindungen zu bestimmen, führte eben Dalton ein. Da man ihr absolutes Gewicht nicht bestimmen kann, sondern nur ihr relatives, so musste das Atom eines Elementes als Einheit angenommen werden, und schon Dalton wählte dazu den Wasserstoff. Wären nun nur auf quantitativem Wege die Mengen der Elemente, wie sie mit einander in Verbindung treten, zu beobachten gewesen, so hätten sich einfach die Atomgewichte ergeben müssen. Da aber traten neue Erfahrungen hinzu, welche die Bestimmung der Atomgewichte bedeutend complicirten. Schon 1808 trat Gay-Lussac mit seinem Gesetze hervor: *Wenn zwei elementare Gase mit einander in Verbindung treten, so stehen die Raumtheile derselben, welche sich vereinigen, in ganz einfachem Verhältnisse zu einander, und auch der Raum, welchen die Verbindung in gasförmigen Zustande einnimmt, steht zur Summe der Raumtheile der Bestandtheile in einfachem Verhältniss.* — Die Anwendung desselben auf die Auffassung der Verbindungsverhältnisse brachte sogleich Schwierigkeiten mit, und namentlich war es Dalton, der das Gesetz nicht wahr haben wollte. Er hatte gefunden, dass das Wasser aus 1 Gewichtstheil

Vorarbeiten
der dualisti-
schen
Theorie.
1800—1820.

H und 8 Gewichtstheilen O bestehe und nahm in ihm 1 At H in Verbindung mit 1 At O an. Nach Gay-Lussac's Untersuchung aber sollte 1 Raumtheil O mit 2 Raumtheilen H verbunden sein, und wenn also das Gewicht eines Raumtheiles O = 16 als das Atomgewicht desselben angesehen werden sollte, so müsste in dem Wasser 1 At O mit 2 At H verbunden sein. Da Dalton dies durchaus nicht anerkennen wollte, erklärte er lieber Gay-Lussac's Gesetz für unwahr, statt es zu Gunsten seiner Theorie zu verwerthen. Sehr leicht hätte damals schon die Vereinbarung über den Begriff der Atome und Moleküle, über die atomistische Constitution der elementaren Gase stattfinden können, welche, wie wir später sehen werden, die Grundlage der modernen Chemie bildet, da schon 1811 Avogadro durch seine glänzenden Untersuchungen über die physikalische Beschaffenheit der Gase sein bekanntes Gesetz begründet hatte: *dass alle Gase in gleichen Räumen eine gleiche Anzahl von Molekülen enthalten*, aus welchem er schon den Schluss zog, dass diese molécules intégrantes der elementaren Gase aus je zwei Atomen, molécules élémentaires, beständen. Doch waren die theoretischen Anschauungen der Chemie im Ganzen noch nicht so weit, hiervon den richtigen Gebrauch machen zu können; diese Entdeckung ebenso wie die in demselben Sinne vorgehenden Arbeiten Ampère's (1814) blieben damals unberücksichtigt. Wir kommen später auf sie zurück. — Die atomistische Theorie erhielt nun durch Wollaston und Thomson's Arbeiten über die kohlen-sauren und oxalsaurer Salze eine sehr wichtige Bestätigung; doch schadeten die Folgerungen, welche Wollaston daraus zog, der weiteren Entwicklung der theoretischen Anschauungen ganz ausserordentlich, da er, mit der Unbestimmtheit und Willkürlichkeit der Dalton'schen Atome unzufrieden, den Begriff des Aequivalentes einführte, aber doch nicht streng durchführte, sondern diesen Begriff mit dem Begriff Atom confundirte, so dass nach seinem Vorgange lange Zeit hindurch diese Begriffe garnicht geschieden wurden; ja Sie werden sich selbst erinnern, dass Sie früher Atomgewicht, Aequivalentgewicht, Mischungsgewicht als gleichbedeutend kennen gelernt haben. Seit der strengen Sonderung dieser Begriffe datirt die moderne Chemie, es hat also jahrzehndelange Mühe gekostet, ehe die damals, vorzüglich von Wollaston, angestiftete Verwirrung wieder unschädlich gemacht ist. — Lassen Sie mich hier sogleich etwas vorgreifen und erwähnen, wie die Arbeiten zur Bestimmung der Atomgewichte, welche in den zwanziger Jahren fast alle Chemiker beschäftigten, noch wesentlich beeinflusst wurden durch die Rücksicht, welche sie auf die specifische Wärme und die Krystallform nehmen mussten. Schon

1819 folgerten Dulong und Petit aus sorgfältigen Untersuchungen an 13 Elementen, dass die (auf die Gewichtseinheit bezogene) spezifische Wärme dieser Elemente dem Atomgewicht derselben umgekehrt proportional sei. So ergab also das Produkt aus der spezifischen Wärme und den Atomgewichten eine Constante, oder anders ausgedrückt und allgemein ausgesprochen: *Die Atome aller einfachen Körper haben eine gleiche Wärmecapacität.* — Um dieses Gesetz durchgehend anzuwenden, mussten allerdings die Atomgewichte mehrerer Elemente vervielfacht werden; diese Änderungen stiessen auf Bedenken, auch waren die Methoden zur Bestimmung der spec. Wärme noch so wenig genau, die Resultate so schwankend, dass Berzelius sich bewogen sah, mit der Annahme des Gesetzes zur Correctur der Atomgewichte sehr vorsichtig zu sein; auch die feinen Untersuchungen Neumann's 1831 fanden noch nicht hinreichende Verwerthung, und erst später, nach 1840, hat Regnault in dieser Beziehung so glänzende Resultate erzielt, dass dieselben für die neuen Anschauungen massgebend geworden sind.

In demselben Jahre 1819 trat auch Mitscherlich mit seinen Untersuchungen hervor und fasste sie in dem Gesetz des Isomorphismus zusammen, welches aussprach, dass gleiche Krystallform auf gleiche atomistische Constitution schliessen lasse. Berzelius stellte daher die Regel auf: *„Wenn ein Körper isomorph mit einem andern Körper ist, in welchem man die Anzahl der Atome kennt, so wird dadurch die Anzahl von Atomen in beiden bekannt.“* Es wurde daher dieses Gesetz sofort angewandt, um in Fällen, wo von einem Elemente weder eine gasförmige Verbindung noch die Wärmecapacität bekannt war, also das Gay-Lussac'sche und Dulong-Petit'sche Gesetz nicht anwendbar waren, das Atomgewicht des Elementes zu bestimmen, wenn dasselbe fähig war, ein anderes, dessen Atomgewicht bekannt war, in einer Verbindung zu ersetzen, ohne deren Krystallform zu ändern. Die Feinheit der Arbeiten Mitscherlichs, die Zuverlässigkeit, welche die Resultate zu haben schienen, liessen die grössten Hoffnungen auf ihre allgemeine Anwendbarkeit setzen; aber auch da zeigten sich Widersprüche, besonders seitdem Mitscherlich selbst den Dimorphismus fand und zeigte, dass Körper von derselben chemischen Zusammensetzung verschiedene Krystallform haben könnten. Dadurch wurde allerdings die Annahme, dass die atomistische Zusammensetzung wesentlich die äussere Form bedinge erschüttert. So war also die Bestimmung der Atomgewichte eine äusserst schwierige und von den verschiedensten Einflüssen bedingte Arbeit geworden.

Inzwischen hatte ein anderes Gebiet die Arbeitskraft der Forscher auf das Leb-

Vorarbeiten
der dualisti-
schen
Theorie.
1800—1820.

Leben der
dualistischen
Theorie
1800—1820.

Vorarbeiten
der dualisti-
schen
Theorie.
1800—1820.

hafteste in Anspruch genommen. In Verfolgung von Galvani's grosser Entdeckung (1790) hatten Carlisle und Nicholson (1800) die Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom bewirkt, Berzelius und Hisinger hatten gefunden (1802), dass bei der Zersetzung von chemischen Verbindungen durch den galvanischen Strom gewisse Elemente und gewisse Verbindungen sich stets an dem positiven Pol ausschieden, während andere immer an dem negativen erschienen. Davy (1778—1829) verfolgte diese Untersuchungen weiter (1805) und baute darauf seine electrochemische Theorie, indem er schloss, dass die bis dahin unerklärte chemische Verwandtschaft nichts anderes sei, als der elektrische Gegensatz, in welchen die in Verbindung tretenden Stoffe durch ihre unmittelbare Berührung träten, welcher sich dann auszugleichen bestrebt sei. Je grösser dieser Gegensatz, um so stärker also die Verwandtschaft. Nur ging er eben von der irrigen Anschauung aus, dass diese elektrische Spannung durch die Berührung der Körper hervorgebracht werde. Sobald daher von Ritter nachgewiesen wurde, dass die galvanischen Ströme, welche die chemischen Zersetzungen begleiten, sekundäre Erscheinungen seien, konnte sich seine Theorie nicht halten. Doch gab sie die Anregung zu Berzelius electrochemischer Theorie (1818) und ist insofern von grosser Bedeutung geworden; ausserdem aber förderten seine Arbeiten und die sich daran knüpfenden Arbeiten Anderer die Wissenschaft gewaltig. Denken Sie nur daran, dass Davy es war, welcher durch Zersetzung des geschmolzenen Kalis mittelst des galvanischen Stromes das Kalium kennen lehrte (1808), dass er bald darauf das Natrium entdeckte und die Entstehung der Alkalien durch Verbindung dieser Metalle mit Sauerstoff bewies; dass er schon 1810 in den Ammoniumamalgam ein zusammengesetztes Radical Ammonium annahm und seinen Wasserstoffgehalt nachwies. Seine Arbeiten wurden überdem von den vortrefflichen Experimentatoren Gay-Lussac und Thénard (1777—1857) eifersüchtig controlirt und indem diese im Kalium und Natrium auch Wasserstoffgehalt supponirten, entspann sich ein Streit, welcher durch die Feinheit der Untersuchungen und die Sicherheit der Resultate das Studium der Eigenschaften der Alkalien und Alkalimetalle wesentlich förderte, bis 1811 Davy's Ansicht als die richtige erkannt wurde; auch ging aus den Arbeiten jener Forscher die Unzerlegbarkeit des Schwefels und Phosphors mit Bestimmtheit hervor. Von ebenso tief eingreifender Bedeutung waren die Forschungen, welche in den darauf folgenden Jahren sich um die Zusammensetzung der Salzsäure und die Unzersetzbarkeit des Chlors drehten. Fassten doch Gay-Lussac und Thénard, noch dem Lavoisier'schen Grundsatz treu, dass

alle Säuren Sauerstoff enthielten, die Salzsäure als eine Verbindung des unbekanntes Radikals, Muriaticum, mit Sauerstoff und Wasser, das Chlor als wasserfreie Salzsäure mit mehr Sauerstoff auf, und gaben ihm den Namen, *acide muriatique oxygené*. Demgegenüber behauptete Davy, dass Chlor ein Element sei, und die Salzsäure durch seine Vereinigung mit Wasserstoff entstünde; doch erst 1813 nach langem Kampfe entschied sich Gay-Lussac für Davy's Auffassung, der sich trotz seines Sträubens auch Berzelius nicht verschliessen konnte.

Durch diese kurze Skizze hoffe ich Ihnen ein Bild davon gegeben zu haben, eine wie bewegte Zeit die von 1800 — 1820 für unsere Wissenschaft war. Alle diese Momente, welche wir hier so flüchtig haben an uns vorübergehen lassen, gingen gleichzeitig nebeneinander her, jedes verlangte seine Stelle, seine Berücksichtigung in der Theorie, und indem alle bedeutenden Chemiker an dem Ausbau Theil nahmen, folgte doch jeder mehr oder weniger der einen Richtung, die er für die richtigste hielt. Es musste daher Einer kommen, welcher thätig genug, in Allem mitzuarbeiten, geistreich genug, um alle widersprechenden Anschauungen zu vereinigen und unter gemeinsamen Gesichtspunkt zu bringen, überlegen und allseitig anerkannt genug war, um einer solchen allgemeinen, das damalige Wissen umfassenden Theorie auch Anerkennung zu verschaffen. Dieser Mann war Berzelius (1779—1848). Seiner Arbeiten sind so viele, alle Zweige des chemischen Wissens berührende, dass ich Sie mit ihrer Aufzählung nicht behelligen kann. Sie können mit Bestimmtheit annehmen, dass in seinem langen, nur der Wissenschaft geweihten Leben kein Zweig derselben von ihm vernachlässigt wurde, und gerade das gab ihm die Fähigkeit, über Alles ein eigenes, auf selbstständiger Erfahrung basirendes Urtheil abgeben zu können. Dazu kam als wesentlicher Charakterzug eine ausserordentliche Zähigkeit, ein Festhalten an einmal als richtig Erkanntem, was ihn vor übereilten Schlüssen schützte und daher seinen Schöpfungen das Gepräge des Soliden, fest Begründeten gab;— dabei aber war er nicht etwa hartnäckig im Festhalten einer Ansicht, wenn sie sich nach sorgfältigem Erwägen und genauester Prüfung nicht mehr zutreffend erwies.

Die wesentlichsten Grundzüge seiner Theorie waren folgende:

Alle Körper zerfallen in ponderable und imponderable, Dynamide, (wie Wärme, Licht, Electricität, Magnetismus). Jene sind entweder Elemente, d. h. sie lassen sich nach dem augenblicklichen Standpunkt der Wissenschaft nicht in verschiedenartige Bestandtheile zerlegen, oder es sind chemische

Ausbau der
dualistischen
Theorie.
(1820-1830.)

Ausbau der dualistischen Theorie. (1820--1830). Verbindungen. Die Elemente theilt er in Metalle und Metalloide. Zur Erklärung der chemischen Erscheinungen ist die Annahme von chemisch untheilbaren, materiellen Atomen nothwendig.

Jedem dieser Atome kommt ein besonderes Gewicht zu, für dessen Bestimmung so weit als möglich die Volumverhältnisse entscheidend sind.

Jedem der Atome kommt aber auch eine bestimmte elektrische Polarität zu, nach welcher sich die Elemente in eine bestimmte Reihenfolge, die elektrochemische Spannungsreihe, bringen lassen.

Wenn sich zwei Atome verschiedener Elemente zusammenlagern und eine chemische Verbindung bilden, so stehen sie in elektrischem Gegensatz zu einander, der eine ist elektropositiv, der andre jenem gegenüber elektronegativ z. B. $\overset{+}{K}$ und $\overset{-}{O}$, bei ihrer Vereinigung werden Wärme und Lichterscheinungen hervorgerufen.

Die Verwandtschaft beruht in dem Bestreben, diese den Atomen an sich inne wohnenden Polaritäten (Gegensatz zu Davy) auszugleichen; dabei kann auch nach der Verbindung die eine Polarität so stark vorwiegen, dass auch die binären Verbindungen unipolar sind; z. B. $\overset{+}{KO}$ und $\overset{-}{SO_2}$.

Verbindungen von 2 Elementen, binäre Verbindungen, können daher auch in elektrischem Gegensatze stehen und sich zu quaternären Verbindungen, z. B.: $\overset{+}{KO}, \overset{-}{SO_2}$, auch diese wieder zu Verbindungen höherer Ordnungen vereinigen z. B.: $\overset{+}{KO}, \overset{-}{SO_2} + \overset{-}{Al_2 O_3}, 3\overset{-}{SO_2}$.

Fassen wir dies zusammen, so kann man also nach Berzelius Anschauung jede chemische Verbindung in zwei nähere Bestandtheile zerlegen, von denen der eine positiv, der andere negativ ist. Den erstern schrieb er in seinen Formeln stets voran und liess den negativen darauf folgen.

Daher wird seine Theorie: die dualistische, Binär-, elektrochemische Theorie genannt.

Dieser Punkt ist so wichtig, dass ich Ihnen Berzelius eigne Worte aus seinem Lehrbuch mittheilen möchte:

„Sind die elektrochemischen Ansichten richtig, sagte er, „so folgt daraus, „dass jede chemische Verbindung einzig und allein von zwei entgegengesetzten

„Kräften, der positiven und der negativen Elektrizität, abhängt, und dass also
„jede Verbindung aus zwei durch die Wirkung ihrer elektrochemischen Re-
„aktion vereinigten Theilen zusammengesetzt sein muss, da es keine dritte
„Kraft giebt. Hieraus folgt, dass jeder zusammengesetzte Körper, welches
„auch die Anzahl seiner Bestandtheile sein mag, in zwei Theile getrennt
„werden kann, wovon der eine positiv, der andre negativ elektrisch ist. So z. B.
„ist das schwefelsaure Natron nicht aus Schwefel, Sauerstoff und Natrium zusam-
„mengesetzt, sondern aus Schwefelsäure und Natron, die wiederum in einen positiven
„und negativen Bestandtheil getrennt werden können. Ebenso kann auch der Alaun
„nicht als unmittelbar aus seinen Elementen zusammengesetzt betrachtet
„werden, sondern er ist ein Produkt der Reaktion zwischen schwefelsaurer
„Thonerde als negatives Element auf das schwefelsaure Kali als positives
„Element anzusehen, und so rechtfertigt die elektrochemische Theorie das,
„was ich über die zusammengesetzten Atome erster, zweiter, dritter Ordnung etc.
„gesagt habe.“

Ansbau der
dualistischen
Theorie
(1820-1830).

Nach dieser Theorie genügte es also nicht, nach Bestimmung der Atomgewichte
der Elemente die Anzahl der Atome in jeder chemischen Verbindung zu bestimmen,
d. h. die empirische Formel für dieselbe fest zu stellen, sondern es musste durch
Angabe der näheren Bestandtheile die rationale Formel festgestellt werden.

Dass Berzelius durch Einführung der Symbole für die Elemente
und die Vereinigung derselben zu Formeln und Gleichungen die Auffassung
dieser Verhältnisse wesentlich erleichtert hat, habe ich schon früher erwähnt.

Die Untersuchung der Salze liess ihn den Unterschied zwischen den
Haloidsalzen, aus einem positiven und negativen Element, (Metall und Salz-
bildner) und den Amphidsalzen aus positiven und negativen Verbindungen,
(Basen und Säuren) feststellen.

Diese angedeuteten Gesichtspunkte führte Berzelius in den Betrachtungen
der unorganischen Chemie streng durch, während er sie anfänglich auf die organischen
garnicht angewandt wissen wollte. Noch 1828 behandelt er die organische Chemie
ganz gesondert und wähnt die in ihr zu Tage tretenden Erscheinungen einer
besondern Kraft „der Lebenskraft“ unterworfen, und wenn er auch bald dahin kam,
die elektrochemische Theorie auf die organischen Verbindungen anzuwenden und
so die Theorie der zusammengesetzten Radikal aufzustellen, so waren doch diese
Betrachtungen zur Begründung seiner Theorie nicht nothwendig gewesen, sie bildeten
nur die Probe auf ihre weitere Anwendbarkeit, und gruben ihr, wie wir im
nächsten Vortrage sehen werden, allmählig das Grab.

Schluss. Im Wesentlichen war die dualistische Theorie etwa im Jahre 1830 fertig und erfreute sich einer fast allgemeinen Anerkennung; sie musste es auch, da sie in allen ihren Eigenschaften, vorzüglich in ihrer Einfachheit und streng logischen Durchbildung den Anforderungen einer guten Theorie entsprach und vorzüglich geeignet war, die damals bekannten chemischen Erscheinungen zu erklären. Was aber zu den verschiedensten Auffassungen Veranlassung gab, war, wie ich schon vorher erwähnte, die Bestimmung der Atomgewichte und die daraus sich ergebende Schreibweise in den Formeln für die zusammengesetzten Körper. Berzelius hielt sich in der Bestimmung der Atomgewichte möglichst an das Gay-Lussac'sche Gesetz, allerdings nur für die elementaren Gase, nahm daher, indem er $O = 100$ setzte, $H = 6,25$ an; somit waren im Wasser 2 Wasserstoff-Atome mit einem Sauerstoff Atom verbunden und seine Formel H_2O ; — die Folge davon aber, dass überall, wo das Verbindungsvermögen des Wasserstoffs in Frage kam, neben dem Atom das das Aequivalent vertretende Doppelatom H_2 unterschieden werden musste, da alle Verbindungen des Wasserstoffs das Doppelatom enthielten, das Berzelius mit H bezeichnete, um anzudeuten, dass die beiden Atome ein unzertrennbares Ganzes bildeten. Dasselbe gilt natürlich auch für die andern Elemente, und ihre Aequivalente waren entweder wie beim Sauerstoff dem Atome gleich, oder sie waren Doppelatome, wie die des Chlor, Brom, Stickstoff, Phosphor u. a. m., so dass er die Formel $H Cl$ für Salzsäure annimmt. Bei den Elementen, welche in gasförmigem Zustande nicht existiren, liess er sich durch das Dulong-Petit'sche und Mitscherlich'sche Gesetz wesentlich leiten. Doch hatten, wie ich schon hervorhob, diese Gesetze ihre Ausnahmen, die Methoden zur Bestimmung der specif. Wärme waren noch ungenau, die Resultate schwankend, und oft gehörte gerade Berzelius's feiner Takt, sein instinktives Gefühl für das Richtige dazu, um in dem scheinbaren Gewirr seinen festen Weg nicht zu verlieren. Sie können Sich daher nicht wundern, dass eine grosse Anzahl Chemiker, die sonst die Grundsätze der elektrochemischen Theorie vollkommen angenommen hatten, in der Annahme der Atomgewichte abwichen, ja sogar eine ganze Richtung sich bildete, die es aufgab, überhaupt nach den Atomen und ihren Gewichten zu fragen und nur auf die Gewichtsverhältnisse Rücksicht nehmend, die Aequivalente wieder einführte. Diese Schule, an deren Spitze Gmelin (1788—1853) stand, sprach es offen aus, die Chemie solle nicht speculiren, sie solle beobachten, experimentiren, Material sammeln, um einer späteren Zeit es zu überlassen, die theoretischen Folgerungen zu ziehen.

Die Lehren dieser Richtung der Chemiker sind es, welche noch vor kurzer Zeit überall gelehrt wurden, die die Grundlage aller Werke über unorganische Chemie bis in die neueste Zeit gebildet haben. Ich brauche Sie nur daran zu erinnern, dass Sie die Aequivalentgewichte $H = 1$, $O = 8$, $C = 6$, $Cl = 35,5$ u. s. w. gelernt haben, dass Sie das Wasser = HO geschrieben haben. Das sind die Gmelin'schen Aequivalentgewichte; die Formeln dieser Schule sind, mit den durch die Aenderungen der Aequivalente bedingten Abänderungen, die Berzelius'schen. —

Schluss.

Ich habe Ihre Aufmerksamkeit heute schon zu lange in Anspruch genommen, um Sie damit noch aufzuhalten, die dualistische Theorie im Detail in ihr Gedächtniss zurückzurufen, die wenigen Gesichtspunkte, die ich über die Grundlagen der Auffassung von Berzelius gab, mögen Ihnen genügen. Ich werde versuchen, Ihnen im nächsten Vortrage die Schwächen der dualistischen Theorie genauer vorzuführen und Ihnen zu zeigen, wie vornehmlich durch das Studium der organischen Chemie eine neue Richtung sich anbahnte, die nach mannigfachen Umwälzungen endlich jetzt eine feste Gestalt gewonnen hat, so dass sie auch auf die Auffassung der unorganischen Verbindungen übertragen ist und nun die Grundlage aller chemischer Anschauung bildet.

