



G e s c h i c h t e  
der  
Wissenschaften in Deutschland.

Neuere Zeit.

B e h n t e r B a n d.

Entwicklung der Chemie

München, 1873.

R. O l d e n b o u r g.

Reprinted with the permission of the original publishers

JOHNSON REPRINT CORPORATION  
New York and London

GEORG OLMS  
Hildesheim

Die Entwicklung  
der  
Chemie in der neueren Zeit

von  
Hermann Kopp.

München, 1873.  
R. Oldenbourg.

Reprinted with the permission of the original publishers

JOHNSON REPRINT CORPORATION  
New York and London

GEORG OLMS  
Hildesheim

**First reprinting, 1965**

**Printed in West Germany**  
**Druck: Anton Hain KG, Meisenheim (Glan)**

## V o r w o r t.

---

Die vorliegende „Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit“ (die Bezeichnung „Geschichte“ war wegen der Möglichkeit der Verwechslung mit meiner früher veröffentlichten „Geschichte der Chemie“ zu vermeiden) zum Abschlusse zu bringen, ist mir erst später möglich gewesen, als ich gehofft hatte. Zum Theil ist Dies durch Umstände veranlaßt, die mich zeitweise von dieser Arbeit abhielten, namentlich aber auch durch die Schwierigkeiten, welche sich mir bei der Darlegung der Entwicklung der allgemeineren Lehren in der der Gegenwart näheren Zeit ergaben. Es ist nicht leicht, den Wechsel der Vorstellungen, welche in einer Wissenschaft wie die Chemie in rascher Folge Geltung gewannen, objectiv für diejenige Zeit darzulegen, die man selbst in Beschäftigung mit dieser Wissenschaft durchlebt hat. Naturgemäß vollzieht sich das Vorschreiten in der Erkenntniß in verschiedenen Individuen anders, und ist bei ihnen die Befähigung eine ungleiche, einerseits neu Gebotenes sofort seinem ganzen Werthe nach zu würdigen, andererseits sich vor der Annahme neuerer aber weniger richtiger oder noch nicht genügend bewiesener Meinungen zu wahren; zu derselben Zeit, wo der Eine gewisse neue Ansichten als bereits festgestellte anerkennt, beur-

theilt sie ein Anderer als noch unreife wenn nicht als irreführende Speculationen, und eine dem Einen noch feststehende Lehre ist da einem Andern ein bereits überwundener Irrthum. In so fern vollzieht sich die Ausbildung des Wissens: welche Vorstellungen als die zur Zeit am Besten begründeten zu betrachten seien, in verschiedenen Individuen ungleich. Hohes Interesse kann es haben, zu erfahren, wie sie bei einem bedeutenden Repräsentanten der Wissenschaft statt hatte: wann Dieser etwas Neues erfasste oder als richtig zugestand, wie bei Diesem der Einfluß vorher gewonnener Ueberzeugung später von Andern vorgebrachten Anschauungsweisen gegenüber schützend oder hemmend wirkte. Aber wäre auch einer in dem vorliegenden Falle nicht zutreffenden Voraussetzung genügt, so würde hier doch nicht die Aufgabe sein, zu erzählen, wie für einen Einzelnen sich die Ausbildung seines Wissens gestaltete und wie zu verschiedenen Zeiten seine eigenen Arbeiten und die von Andern gebrachte Vermehrung der chemischen Kenntnisse und der vorgeschlagenen Gesichtspunkte, unter welchen sie zusammenzufassen seien, gerade sein Urtheil ausfallen ließen, sondern die Darlegung ist hier zu versuchen, wie die Entwicklung des chemischen Wissens und namentlich der allgemeineren chemischen Lehren überhaupt statt hatte. Daß ich sie innerhalb der Reihe von Jahren, während deren ich sie mit-erlebte, keineswegs zu jeder Zeit und bezüglich jeder Frage dem von der späteren Zeit Gelehrten entsprechend richtig aufgenommen habe, brauche ich nicht zu sagen, welche Mühe ich mir auch gab, dem Vorschreiten der Chemie im Ganzen, und so lange die Verpflichtung zu getreuer Berichterstattung dazu aufforderte auch bis in die Einzelheiten zu folgen. Ich war jetzt nach besten Kräften bestrebt, auch für die neuere Zeit die Fortschritte der Chemie und besonders, was auf wichtiger gewesene oder gewordene allgemeinere Lehren Bezug hat, so objectiv darzulegen, als ob es einer entfernteren Zeit angehöre.

Dafür, bis wann diese Darlegung hier zu versuchen sei, konnte ich nicht das Eintreten der Chemie in eine neue Epoche als Haltpunkt wählen; seit lange ist die Entwicklung dieser Wissen-

schaft, wie auch die in ihr herrschenden Lehren wechselten, eine continuirliche. Wenn auch nicht in diesem Buche die jetzt zu Geltung gekommenen Lehren vorzutragen sind, so ist doch in ihm über die Begründung derselben zu berichten. Ich habe Dies bis zu 1858 etwa zu thun versucht, zu welcher Zeit mir die Chemie die wesentlichen Grundlagen Dessen, was als Richtschnuren der verschiedenen jetzt vorzugsweise eingehaltenen Betrachtungsweisen abgehend angesehen werden mag, erlangt zu haben scheint. In welchem Sinne Dies gesagt und daß damit der Würdigung der Wichtigkeit, welche später vorgebracht aber immerhin noch auf jenen Grundlagen beruhenden Auffassungen zukommt, nicht vorgegriffen ist, kann einem Mißverständnisse nicht wohl unterliegen.

Bei dem Abschlusse dieses Versuches tritt mir besonders deutlich entgegen, mit wie vielen auch mir erkennbaren Mängeln derselbe behaftet ist. Ich habe mich an einzelnen Stellen des vorliegenden Buches bereits über die Schwierigkeiten ausgesprochen, die sich bei der Ausarbeitung mir als nicht überwindbare entgegenstellten. Ich will das da Gesagte hier nicht wiederholen, aber einen Hauptmangel habe ich auch an dieser Stelle hervorzuheben: daß der Bericht über das Vorschreiten und die Vermehrung des auf Thatsachen Bezüglihen so zurücksteht gegen den die Deutung und Zusammenfassung von Thatsachen betreffenden: in dem ersteren manches Wichtige nur sehr kurz oder gar nicht besprochen ist, während der letztere öfters selbst Nebensächliches, wenn auch nur nebenbei, berührt. Aber wenn es möglich ist (und ich darf nicht läugnen, daß es möglich sein könne), eine Darlegung der Erweiterung des empirischen Wissens auf dem Gebiete der Chemie innerhalb des hier zulässigen Raumes ebenso relativ vollständig und zusammenhängend zu geben, wie die des Wechsels der vorzugsweise zu Ansehen gekommenen theoretischen Lehren, so muß ich doch bekennen, daß mir die Gabe versagt ist, Solches zu leisten. Ueberwiegend ist deshalb in dem vorliegenden Buche die Geschichte dieser Lehren behandelt, und fast nur für das auf sie Bezüglihe habe ich literarische Nachweisungen gegeben, während diese für Thatsachen

Betreffendes weggelassen wurden, schon weil sie aus allgemein verbreiteten Werken leicht zu entnehmen sind. Findet man, daß manche der vielen Citate hätten wegbleiben und dafür an manchen andern Stellen solche hätten stehen können, so bin ich gewiß der Letzte, der Das bestreitet.

Die Geschichte der Chemischen Lehren ist bekanntlich in neuerer Zeit der Gegenstand mehrerer Schriften, namentlich der von Wurz und von Radenburg gewesen. Jeder Schriftsteller wird natürlich die Bearbeitung eines solchen Themas in einer ihm eigenthümlichen Weise versuchen, und wenn jene Schriften manches Ergänzende — besonders auch im Weitergehen über die Zeit hinaus, bei welcher aufzuhören ich für angemessen hielt — für das in dem vorliegenden Buche Gebotene haben, bringt das letztere wohl auch für den Inhalt der ersteren einige Vervollständigung.

Wenn ich vorhin einen erheblichen Vorwurf, welcher meiner Arbeit zu machen ist, ausdrücklich als einen vollberechtigten anerkennen mußte, so befürchte ich andererseits kaum den, welchen ausschließliche Berücksichtigung von Neußerlichem veranlassen könnte: daß in diesem Theile der „Geschichte der Wissenschaften in Deutschland“ der Pflege und Entwicklung der Chemie in Deutschland nicht mehr Beachtung zugewendet ist, als der Beschäftigung mit ihr in andern Ländern sammt den da erlangten Resultaten. Die Chemie gehört eben auch zu denjenigen Zweigen des Wissens, die weder dem Gegenstande, noch der Art der Behandlung desselben, noch der Form nach, in welcher die gewonnenen Ergebnisse Ausdruck erhalten, etwas Einer bestimmten Nation Zugehöriges sein können, wenn nicht diese Nation in vollständigster Abgeschlossenheit die Früchte des Forschens zu vermehren sucht; die Entwicklung der Chemie in Deutschland ist, gerade in der hier zu betrachtenden Zeit, in steter Wechselwirkung mit Dem, was auswärtis geleistet wurde, vor sich gegangen. Ich halte es für unnöthig, hierbei zu verweilen; nur die Uebersetzung auszusprechen sei noch gestattet, daß, falls Einer etwa von der Absicht ausginge, die Geschichte einer solchen Wissenschaft

vom nationalen Standpunkt aus zu schreiben, er — vorausgesetzt, daß er der für eine derartige Arbeit aufzuwendenden Mühe sich gewissenhaft unterzöge — doch schließlich Etwas von Befriedigung nur dann empfinden würde, wenn er sich zu der vor 1700 Jahren von Lucia n gegebenen Vorschrift bekehrte: der Geschichtschreiber solle sich als keiner besonderen Heimath angehörig, als keines Staates Bürger zeigen.

Verschiedener Völker wie verschiedener Zeiten Leistungen sind hier zu überblicken, wechselnde Vorstellungen, deren Aufeinanderfolge gerade in den letzten Decennien am Raschesten statt hatte, im Zusammenhange damit, wie neue Autoritäten in der Wissenschaft neben ältere oder an die Stelle derselben traten. Manche unter den Autoritäten wurden abgerufen mitten aus dem Kampfe mit neueren Ideen, Manche aus dem Streite mit dem vor ihnen Geltenden gerade zu der Zeit, wo der Sieg sich ihnen zuneigte. Manchen war es vergönnt, noch zuzuschauen den mächtigen Fortschritten, welche auf der wesentlich durch sie eröffneten und geebneten Bahn nachher noch die Wissenschaft machte. Bei dem Abschlusse dieses Versuches, solchen Wechsel der Ansichten zugleich mit der ihn bedingenden Thätigkeit und dem Einflusse der Körperphän der Chemie zu schildern, trifft mich schwer die Nachricht von dem Hinscheiden der Hervorragendsten Gines: Liebig's.

Keinem ist es für lange beschieden, sich der Erweiterungen des Wissens zu freuen, welche die Zukunft bringen wird. Die Alchemisten vergangener Jahrhunderte bemühten sich, das Lebens-Elixir darzustellen: ein Mittel, welches den Menschen eine unbegrenzte Zeit hindurch körperlich und geistig gesund erhalte. Es ist nicht nöthig, auf Betrachtungen einzugehen, in wie fern damit dem Individuum eine Wohlthat erwiesen wäre oder nicht, in wie fern der Wissenschaft ein Nutzen bei so lange fortgesetzter Beschäftigung derselben bedeutenden Individuen mit ihr. Jene Bemühungen waren vergeblich; die Erfahrungen und Ansichten der Zukunft durch Verlängerung unseres Lebens in diese hinein, vorwärts, uns zu eigen zu machen, steht nicht in unserer Macht. Wohl aber vermögen wir unser Leben in gewissem

Sinne rückwärts zu verlängern, indem wir uns die Erfahrungen Derer, die vor uns da waren, aneignen und die Ansichten derselben so kennen lernen, wie wenn wir Zeitgenossen von ihnen gewesen wären. Das Mittel dazu ist auch ein Lebens-Elirir; möge der hier gebotene Versuch, von ihm Vortheil ziehen zu lassen, mit Nachsicht beurtheilt werden.

Heidelberg im April 1873.

Hermann Kopp.

## Inhaltsverzeichnis.

---

Einleitung S. 1.

Die Entwicklung der Chemie bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts S. 5.

Chemische Kenntnisse des Alterthumes S. 5. Aristoteles' Lehre von der Ursache der Verschiedenheit der Körper S. 8.

Die Chemie in der Richtung als Alchemie S. 10. Ursprung der Alchemie und früheste Beschäftigung mit derselben S. 10. Die Alchemie bei den Arabern: Geber's chemische Kenntnisse und Ansichten S. 12. Die Alchemie bei den Abendländern: Albert's des Großen, Roger Bacon's u. A. Lehren S. 16. Basilius Valentinus' Kenntnisse und Ansichten S. 20.

Die Chemie in der Richtung als Zatrochemie S. 21. Paracelsus' Lehren S. 22. Agricola's, Libavius' Ansichten S. 26 f. Van Helmont's Leistungen S. 28. Glauber's Arbeiten S. 31. Sennert's, Willis', Lefebvre's Meinungen S. 31 f. Demery's Ansichten S. 32.

Die Entwicklung der Chemie von Boyle bis vor Lavoisier S. 34.

Boyle's Leistungen S. 34. Die Meinungen Kundel's S. 41, Wecker's S. 42. Die Begründung der Phlogistontheorie durch Stahl S. 44. Die Aufnahme derselben bei Hoffmann, Boerhave, Homberg, Geoffroy S. 53. Die Leistungen Pott's, Marggraf's, Hellot's, Duhamel's, Mac-

quer's S. 56. Die Arbeiten und Ansichten Black's S. 57, Priestley's S. 61, Cavendish' S. 67, Scheele's S. 75, Bergman's S. 82.

Uebersicht des Zustandes der Chemie vor dem Sturze der Phlogistontheorie S. 85.

Bestand die Chemie schon vor Lavoisier als Wissenschaft? S. 85. Auffassung der Chemie in der Zeit vor Lavoisier S. 91. Darlegung der zu dieser Zeit vorhandenen Kenntnisse und Ansichten über die Metalle S. 95, über mehrere Metallderivate S. 96, über die Alkalien und die Erden S. 96, über die Säuren S. 98, über verschiedene Gegenstände der Chemie S. 99, über die Beziehungen einfacherer Substanzen zu zusammengesetzteren S. 101, in der chemischen Analyse S. 102, über die chemische Verwandtschaft S. 105, über die chemischen Elemente S. 109 (über die f. g. Erde S. 112, das Wasser S. 113, die Luft und verschiedene Luftarten S. 114, das Feuer und das Phlogiston S. 117, die als chemisch-einfachste betrachteten Substanzen S. 123). Ueber sonst noch Einiges, was für den damaligen Zustand der Chemie charakteristisch ist, S. 127. Ueber die Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse in jener Zeit S. 128.

Die Reform der Chemie durch Lavoisier S. 134.

Die Unzulänglichkeit der Phlogistontheorie gegen das Ende ihrer Herrschaft und die Nothwendigkeit einer Umgestaltung des chemischen Systemes S. 134. Lavoisier's Forschungsmethode, seine Befähigung zum Reformator und seine Leistung als solcher S. 138.

Uebersicht der Stellungen Lavoisier's zur Phlogistontheorie in verschiedenen Zeiten S. 145.

Lavoisier's früheste chemische Arbeiten und namentlich die ersten auf die Verbrennung und die Verfallung bezüglichen S. 151. Eingreifen der Arbeiten Anderer im Jahre 1774; Entdeckung des Sauerstoffs S. 158. Vorschreitende Ausbildung der Ansichten Lavoisier's über die Verbrennung und Verfallung und über die Natur der atmosphärischen Luft S. 161. Weitere Untersuchungen über die Zusammensetzung verschiedener Säuren, das Athmen, die Verbrennung und Verfallung, die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft u. A. S. 168. Schwierigkeiten des von Lavoisier erfaßten Systemes, soweit es bis 1782 ausgebildet war, S. 182. Die Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers S. 185. Lavoisier's nach der Bekanntheit mit dieser Entdeckung ausgeführte Arbeiten und

schärfere Belämpfung der Phlogistontheorie S. 195. Sieg des Lavoisier'schen Systemes S. 202.

Fortschritte in der Erkenntniß der unzerlegbaren Substanzen S. 207.

Abänderung der früheren Ansichten über Elemente und über Verbindungen durch Lavoisier S. 207. Welche Stoffe von Lavoisier als unzerlegbare betrachtet wurden, S. 208. Spätere Berichtigung und Erweiterung der hierauf bezüglichen Kenntnisse S. 210.

Ansichten über das Wesen der chemischen Verbindung und Erkenntniß der festen Proportionen S. 217.

Auffassung der Verwandtschaftserscheinungen gegen das Ende des 18. Jahrhunderts S. 217; Ansichten über die Constanz der quantitativen Zusammensetzung bei chemischen Verbindungen und Aufsuchung der Verhältnisse für künstlich darzustellende und für natürlich vorkommende Verbindungen S. 218. Proust's Ausspruch (1799), daß chemischen Verbindungen feste Zusammensetzungsverhältnisse wesentlich zukommen, S. 225. Berthollet's Widerspruch, und Darlegung seiner Verwandtschaftstheorie (1799—1803) S. 227. Discussion zwischen Proust und Berthollet (1804—1806) S. 234. Entscheidung der Streitfrage durch die Erkenntniß der Regelmäßigkeiten, welche für die Zusammensetzungsverhältnisse statthaben, S. 243.

Erkenntniß der Regelmäßigkeiten in den chemischen Proportionen und Aufstellung der atomistischen Theorie S. 246.

Frühere Beachtungen, welche Mengen verschiedener Substanzen mit derselben Menge eines Körpers Verbindungen eingehen, S. 246. Cavendish' Bekanntschaft mit dem Aequivalenzverhältniß verschiedener Basen und Säuren und der Constanz desselben S. 248. Beachtung der wechselseitigen Bersehung neutraler Salze S. 249; ob Wenzel die Fortdauer der Neutralität beachtet und erklärt habe, S. 250. Richter's Erkenntniß dieser Thatsache und Folgerungen aus derselben (1791) S. 252; seine sich anschließenden stöchiometrischen Untersuchungen (von 1792 an) S. 254. Geringe Beachtung dieser Arbeiten S. 267. Zusammenfassung eines Theiles der von Richter erhaltenen Resultate durch Fischer (1802) in der ersten Aequivalentgewichtstabelle S. 275.

Frühere Ansichten über die verschiedenen Gewichtsmengen eines Elementes, welche sich mit derselben Menge eines anderen vereinigen können, S. 278. Erkenntniß des Gesetzes der multiplen Proportionen in Verknüpfung mit der Geltendmachung der

- atomistischen Theorie S. 280. Verbreitung der atomistischen Theorie im 18. Jahrhundert; Higgins' Ansichten bezüglich der atomistischen Zusammensetzung einzelner Verbindungen (1789) S. 282. Dalton's Auffassung der atomistischen Zusammensetzung der Körper: Ausbildung Dessen, was er von der atomistischen Betrachtungsweise bereits vorfand, (von 1803 an) S. 285; wissenschaftlicher Charakter Dalton's S. 287; Arbeiten Desselben, Erkenntniß der Regelmäßigkeiten in der Zusammensetzung chemischer Verbindungen und Darlegung derselben in seiner atomistischen Theorie S. 289; früheste Mittheilung über die Atomgewichte der Elemente und die atomistische Zusammensetzung von Verbindungen S. 291, Bekanntwerden seiner Ansichten und Unterstützung derselben durch Andere S. 296, Entwicklung derselben durch Dalton selbst und Anwendung auf das damals in der Chemie Bekannte S. 297.
- Uebersicht über die hauptsächlichsten Erweiterungen des chemischen Wissens seit Lavoisier bis 1810 S. 300; Unsicherheit bezüglich der quantitativen Zusammensetzung vieler Verbindungen und dadurch bedingte Unsicherheit der Grundlagen und der Anwendung der atomistischen Theorie S. 309.
- Berzelius' Arbeiten zur Begründung der Lehre von den chemischen Proportionen (von 1808 an) S. 311: Mannigfaltigkeit und Bedeutung der Leistungen dieses Forschers S. 311, Charakterisirung der theoretischen Ansichten Desselben S. 313; allgemeinere Betrachtung, wie Berzelius' Arbeiten bezüglich der Regelmäßigkeiten in der Zusammensetzung chemischer Verbindungen vorfritten, S. 317; Uebersicht der einzelnen und der durch sie bis 1818 erlangten Resultate S. 320.
- Erkenntniß der Regelmäßigkeiten für die Vereinigung und Zusammensetzung gasförmiger Substanzen nach Volumen derselben durch Gay-Lussac S. 333. Dessen wissenschaftliche Thätigkeit S. 334. Frühere Angaben über die Volumenverhältnisse, nach welchen sich Gase verbinden, S. 335; Entdeckung der dafür statthabenden Gesetze durch Gay-Lussac (1808) S. 337; Dalton's Widerspruch S. 340.
- Ausbildung der atomistischen Theorie bis gegen 1840; Bestimmung der Atom- oder Verbindungsgewichte der Elemente S. 343.
- Präcisirung der Aufgabe, die Atom- oder Verbindungsgewichte der Elemente zu bestimmen, S. 343.
- Dalton's Ansichten über die Bestimmung der Atomgewichte (1808 und 1810) S. 345.
- Unterscheidung der physikalischen kleinsten Theilchen und der chemi-

- sehen kleinsten Theilchen durch Avogadro (1811) S. 348, durch Ampère (1814) S. 354.
- Versuche zur Bestimmung der Atomgewichte ohne solche Unterscheidung S. 357. Thomson's Ansichten bezüglich der Atomgewichte der Körper (1813) S. 358. Berzelius' Ansichten (1813) und Volumtheorie S. 362. Gay-Lussac über die Angabe der Zusammensetzung von Verbindungen nach dem Volumverhältnisse der Elemente (1809—1815) S. 370. Berzelius' atomistische Theorie und Atomgewichtsbestimmungen (1818) S. 372.
- Prout's Behauptung, daß die Atomgewichte der anderen Elemente Multipla von dem des Wasserstoffs seien, (1815 und 1816) S. 378. Thomson's Zustimmung, Ansichten über die Beziehungen zwischen den Atom- und den Volumgewichten bei Gasen (1816) und Atomgewichtszannahmen (1818) S. 381.
- Angabe der Zusammensetzung der Verbindungen nach Verbindungsgewichten der Elemente ohne Bezugnahme auf die atomistische Theorie S. 382: Wollaston's Aequivalente (1813) S. 383, S. Davy's Proportionen (von 1810 an) S. 385, Gay-Lussac's Ausdrucksweise (1814—1816) S. 388, L. Gmelin's Mischungsgewichte (1817) S. 388.
- Ansichten bezüglich Prout's Behauptung und Untersuchungen zur Prüfung derselben (von 1820 an) S. 388.
- Gewinnung neuer Anhaltspunkte zur Bestimmung der Atomgewichte der Elemente S. 393. — Entdeckung der Beziehungen zwischen den Atomgewichten und den speciifischen Wärmen durch Dulong und Petit (1819) S. 394. — Erkenntniß der Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Krystallform S. 396: Frühere Ansichten über diese Beziehungen S. 397; Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus (1819) und des Dimorphismus (1821) S. 409; Erinnerung an Mitscherlich's wichtigste Arbeiten S. 417.
- Berzelius' Abänderungen seiner früheren Annahmen über die Atomgewichte der Elemente (1826) S. 418. Einfluß der Dampfdichte-Bestimmungen Dumas' (von 1827 an) und des Letzteren Auffassung der atomistischen Theorie S. 423; Berzelius' und Mitscherlich's Ansichten über die Beziehungen zwischen den Atomgewichten und den Volumgewichten bei elementaren Gasen (1833) S. 428.
- Verschiedene Ansichten über die Atom- oder Verbindungsgewichte der Elemente gegen oder bald nach 1830: bei S. Davy, Dumas, Gay-Lussac, L. Gmelin S. 430.
- Erkenntniß der electrochemischen Aequivalente S. 432. Frühere Arbeiten bezüglich der zersetzenden Wirkungen der Electricität

- §. 432. Faraday's (Erinnerung an seine wichtigsten chemischen Arbeiten S. 433) Entdeckung des electrolytischen Gesetzes (1834) S. 431.
- Widersprüche in den Ergebnissen der bis dahin zur Feststellung der Atomgewichte der Elemente benutzten Betrachtungsweisen S. 436. Dumas' Versuch einer Ausgleichung (1837) S. 437. Beurtheilung der Unsicherheit des Begriffes Atomgewicht durch Dumas und Liebig (1837 u. 1839) S. 438.
- Erweiterung der unorganischen Chemie und Umgestaltung des chemischen Systemes in der Zeit von 1810 bis 1840 S. 439.
- Rasche Zunahme des chemischen Wissens seit der Aufstellung der atomistischen Theorie S. 439. Aufzählung einiger bedeutender Entdeckungen und Untersuchungen auf dem Gebiete der unorganischen Chemie in der Zeit von 1810 bis 1840 S. 441 (nicht metallische Substanzen betreffender S. 441, metallische S. 445).
- Specieilere Besprechung einzelner vorzugsweise wichtiger Gegenstände S. 450 (Erinnerung an H. Davy's Btheiligung an denselben und seine Leistungen überhaupt S. 451). — Erkenntniß der chemischen Natur der Alkalien und der Erden: Reduction der fixen Alkalien durch Davy (1807) S. 453; verschiedene Auffassung der Beziehungen zwischen den Alkalien und den aus denselben zu erhaltenden Metallen bei Davy und bei Gay-Lussac und Thénard S. 454; Bekanntwerden der Metalle der Erden S. 457. Ansichten über die Constitution des Ammoniak und seiner Verbindungen S. 458; Aufkommen der späteren Ammoniumtheorie S. 460. — Erkenntniß der chemischen Natur des Chlors und der Salzsäure: Frühere Ansichten bezüglich dieser beiden Körper S. 462; Davy's Behauptung (1810), daß das Chlor als ein einfacher Körper zu betrachten und die Salzsäure sauerstofffrei sei, S. 467; Ausbreitung dieser Ansicht und Widerspruch verschiedener Chemiker, namentlich Berzelius' S. 471; allgemeinere Anerkennung der neuen Betrachtungsweise (von 1821 an) S. 480.
- Abänderung der Lavoisier'schen Lehre von der Zusammensetzung der Säuren und der der Salze, und Unterscheidung verschiedener Classen von Säuren, von Salzen S. 483. Anbahnung umfassenderer Ansichten über die Zusammensetzung dieser Körper: durch Davy (von 1810 an) S. 488, durch Dulong (1815) S. 491; Widerspruch gegen solche Ansichten und Zurücktreten der letzteren S. 493.
- Fortdauer der Betrachtungsweise, daß alle chemische Verbindungen binär gegliedert seien, S. 496. Die electrochemische Theorie als

- Ausdruck und Stütze dieser Betrachtung S. 498. Aufkommen dieser Theorie S. 499; H. Davy's Auffassung der Beziehungen zwischen Verwandtschaftsercheinungen und electrischen Vorgängen (von 1807 an) S. 500; Ausbildung der electrochemischen Theorie durch Berzelius (von 1812 an) S. 505; Weibehaltung und Ansehen dieser Theorie während längerer Zeit S. 513.
- Entwicklung der Kenntnisse und Ansichten über organische Verbindungen im Allgemeinen bis gegen 1840 S. 518.
- Frühere Unterscheidung vegetabilischer und animalischer Substanzen von mineralischen nach dem Vorkommen und nach der Zusammensetzung S. 519.
- Erkenntniß der Elemente der vegetabilischen und animalischen Verbindungen durch Lavoisier S. 520. Ansichten desselben Forschers über die Constitution dieser Verbindungen; Annahme zusammengesetzter Radicale in den sauerstoffhaltigen S. 521. Lavoisier's Bestrebungen, die Elementarzusammensetzung solcher Verbindungen zu ermitteln, und was damals über die Abänderung der Zusammensetzung bei Umwandlung einer Verbindung in eine andere bekannt war, S. 522.
- Zusammenfassung der vegetabilischen und der animalischen Substanzen als organischer Verbindungen S. 525.
- Langsames Vorschreiten in der Erkenntniß der Elementarzusammensetzung organischer Verbindungen nach Lavoisier S. 528. Verfrühte Anwendung der atomistischen Theorie auf sie durch Dalton (von 1803 an) S. 528. Gay-Lussac und Thénard's Analysen organischer Substanzen (1809) S. 529; des Ersteren Anwendung der Dampfdichte und der Volumgesetze zur Controle der gefundenen Zusammensetzung (1815) S. 531. Berzelius' frühere (von 1811 an) Ansichten über die Constitution der organischen Verbindungen, Versuche zur Analyse derselben und Nachweis, daß sie den Gesetzen der chemischen Proportionen entsprechend zusammengesetzt sind, S. 532. Vervollkommnung der organischen Elementaranalyse bis um 1831 S. 538.
- Vervielfältigung der Bekanntschaft mit organischen Substanzen: Unterscheidung ähnlicher (Chevreul's Arbeiten über die Fette, von 1811 an), Zutommen neuer S. 539. Feststellung der denselben zukommenden Formeln aus den Verbindungen mit unorganischen Körpern und aus den Beziehungen zwischen verschiedenen Substanzen S. 542.
- Ansichten über die principielle Verschiedenheit der organischen und der unorganischen Verbindungen, und über die in den ersteren anzunehmenden näheren Bestandtheile S. 544. Zurüdtkommen

- auf die Annahme zusammengesetzter Radicale (Berzelius 1816 u. 1818) S. 547; nachheriger Stillstand dieser Betrachtungsweise und Beschränktbleiben derselben auf solche Verbindungen, wie die des Cyans (Gay-Lussac's Arbeit 1815) S. 549. Betrachtung der Atome organischer Substanzen als aus einfacheren unorganischen Atomen zusammengesetzter: Gay-Lussac's (von 1814), Döbereiner's (von 1816 an) Ansichten und Berzelius' Widerspruch S. 550. Gestaltung dieser Betrachtungsweise für Aether und Alkohol, und anschließende Ansichten über die Constitution der f. g. zusammengesetzten Aether (Dumas und Boullay d. J. 1828) S. 552. Erkenntniß isomerer Verbindungen und damit gegebene Veranlassung, über die Constitution derselben zu bestimmteren Vorstellungen zu kommen: Frühere Wahrnehmungen und Ansichten über die Existenz solcher Verbindungen S. 554; sicherer Nachweis gleicher Elementarzusammensetzung bei chemisch verschiedenen Körpern (von 1824 an) S. 559; allgemeine Anerkennung der Existenz polymerer und metamerer Verbindungen (seit 1831) S. 562.
- Dumas' Ansichten (1831 u. 1834) über die Zusammensetzung der Atome organischer Substanzen aus einfacheren binären S. 563. — Wiederaufnahme der Theorie der zusammengesetzten Radicale S. 564: Wöhler und Liebig's Benzoyltheorie (1832) S. 566; Aufstellung der Aethyltheorie (Ranc 1833; Berzelius 1833, Liebig 1834) S. 568, Aufnahme derselben S. 562.
- Ausdehnung der Radicaltheorie in der erneuten Beachtung säurebildender Radicale S. 573. Ausbildung dieser Theorie um 1840 S. 576.
- Bestreitung älterer chemischer Lehren um 1840 S. 582.
- Bestreitung der bisher herrschenden Lehre über die f. g. Hydrate und Salze sauerstoffhaltiger Säuren: Ältere Ansichten über die Constitution dieser Verbindungen und über die Zusammensetzungsverhältnisse neutraler Salze S. 582. Erkenntniß der charakteristischen Verbindungsverhältnisse für die drei Arten der Phosphorsäure (Graham 1833) S. 585; an sie sich anschließende Betrachtungen S. 587. — Wiederaufnahme der Wasserstoffsäurentheorie für die Hydrate und die Salze sauerstoffhaltiger Säuren: Vorherrschend der älteren Lehre über die Constitution dieser Verbindungen um 1830 S. 588. Betrachtung sauerstoffhaltiger organischer Säuren als Wasserstoff- und mehrbasischer Säuren durch Liebig und Dumas (1837) S. 592. Liebig's Ansichten über Säuren und Salze, Unterscheidung verschiedenbasi-

scher Säuren und Auffassung sauerstoffhaltiger Säuren als Wasserstoffsäuren (1838) S. 594. Einfluß dieser Betrachtungsweise S. 598.

Bestreitung älterer Lehren auf Grund der Erkenntniß der Substitutionsvorgänge S. 600. Frühere Wahrnehmungen bezüglich solcher Vorgänge S. 603. *Dumas'* Erkenntniß der stattfindenden Regelmäßigkeit (1834) S. 603; seine und *Laurent's* Betheiligung an der Substitutionstheorie und Weiterentwicklung derselben (von 1835 an) S. 605. — Ausstellung neuer chemischer Systeme, und Beurtheilung derselben seitens der Vertreter der älteren Lehren: *Laurent's* Kerntheorie (1836) S. 610; zunehmende Anwendung und Unterstützung der Substitutionstheorie S. 612; *Dumas'* Typentheorie und unitarische Betrachtungsweise (1839, 1840) S. 614, 616; *Viebig's* Stellung zu der neuen Lehre S. 611, 616, 619, 626; *Wegelin's* Widerspruch gegen dieselbe und Versuch, die Substitutionsvorgänge mittelst der Annahme gepaarter Verbindungen zu erklären, S. 612, 615, 619; Beharren Desselben bei der durch diese Annahme modificirten Radicaltheorie (Unterstützung der letzteren durch *Dunse's* Untersuchungen über die Kalohylverbindungen) S. 624. Bestreitung der Zulässigkeit des bisherigen chemischen Systems überhaupt S. 626 (*Laurent* und *Gerhardt's* Thätigkeit und Stellung in der Wissenschaft S. 627).

Erinnerung an einige wichtigere Fortschritte der Chemie bis um 1858 S. 632.

Auf die Molecular- und die atomistische Constitution Bezügliches S. 633; auf die Krystallisation Bezügliches S. 634. Allgemeineres über die Bildung und Zersetzung von Verbindungen, über Lösungen und Absorptionen S. 635.

Fortschritte der Physik, welche für die der Chemie besonders wichtig geworden sind: Auf Gase, ihr specif. Gewicht und die Diffusion Bezügliches S. 636. Untersuchungen über Wärmewirkungen bei chemischen Vorgängen, über die specif. Wärme fester, über die Ausdehnung fester und tropfbar-flüssiger Körper und die specif. Volume derselben, über Siedepunkts-Regelmäßigkeiten, über die Spannkraft und das specif. Gewicht von Dämpfen S. 637. Ueber chemische Wirkungen der Electricität und die Beziehungen der Electricitätslehre zu der Chemie S. 639. Ueber die chemischen Wirkungen des Lichtes S. 640; Verwendung der Circulärpolarisation in der Chemie S. 641, von Flammensfärbungen und Spectralbeobachtungen für die chemische Analyse S. 642. Fortschritte im Bereiche der analytischen Chemie überhaupt S. 645. Gestaltung der Beziehungen der Chemie zu einigen anderen Disci-

plinen und Fortschritte in der Anwendung der ersteren auf die letzteren S. 647.

Aufzählung einiger wichtigeren Untersuchungen aus der unorganischen Chemie S. 651: über nichtmetallische Elemente und deren Verbindungen S. 651, über metallische Elemente und deren Verbindungen S. 654.

Zusammenstellung einiger wichtigeren Arbeiten aus der organischen Chemie S. 659: Definition der organischen Verbindungen S. 660. Künstliche Hervorbringung derselben aus unorganischen Verbindungen oder Elementen S. 663. Umwandlung organischer Verbindungen zu anderen im Allgemeinen S. 666, complicirter zusammengesetzter zu einfacheren S. 667, organischer Verbindungen zu anderen mit eben so vielen Kohlenstoffatomen im kleinsten Theilchen S. 671, unter Vergrößerung der Anzahl der Kohlenstoffatome S. 679. Ueber Cyanverbindungen und davon sich ableitende Körper S. 681, über organische Säuren und an sie sich anschließende Substanzen S. 683, über Alkohole und Derivate derselben S. 690, über Kohlenwasserstoffe S. 697, über organische Basen S. 700, über verschiedene andere organische Verbindungen S. 703.

Heranbildung der neueren Lehren über die chemische Constitution der Körper S. 707.

Gestaltung der Ansichten über die Constitution organischer Verbindungen nach der Bestreitung der Radicaltheorie durch die Substitutionstheorie: Bezüglich solcher Atomgruppen, welche nach Art einfacher Atome in Verbindungen eintreten können, S. 706; in den zunächst der Radicaltheorie entgegengesetzten Systemen: Dumas' Typentheorie, Laurent's Kerntheorie, und Beschränktheilchen des Einflusses derselben S. 709; in Kolbe's Theorie der gepaarten Radicale (1850) S. 711. Verzichtleistung auf die Erforschung der Constitution der chemischen Verbindungen in der (von 1841 an) namentlich durch Gerhardt vertretenen Unitar-Theorie; Anwendung unitarischer und synoptischer Formeln, Classification der organischen Verbindungen nach Reihen S. 712.

Fortschritte in der Betrachtung, welche Gewichte den kleinsten Theilchen von Elementen und von Verbindungen zuzuschreiben seien: Zustand des darauf bezüglichen Wissens um 1840 S. 717; Gerhardt's (1842 u. 1843) Berichtigung von dahin Gehörigem, Verdoppelung der s. g. Aequivalentgewichte von Kohlenstoff, Sauerstoff u. a., Gesetz der paaren Atomzahlen, Formulierung der Verbindungen für gleiche Volume derselben im Gas- oder Dampfzustand S. 721. Weitere Entwicklung dieser Ansichten durch Laurent (1845 u. 1846) mit Unterscheidung

## Einleitung.

Die Chemie ist die Lehre von der Zusammensetzung der Körper. Ihre Aufgabe ist die Erkenntniß, wie die verschiedenen Körper zusammengesetzt sind und ihre Verschiedenheit auf ungleicher Zusammensetzung beruht, wie sie zusammengesetzt werden, und welche Aenderungen ihre Zusammensetzung unter gewissen Umständen erleidet.

Bekannt ist, daß die Richtung geistiger Beschäftigung, welche als Chemie bezeichnet wurde, nicht immer die Lösung dieser Aufgabe als hauptsächlichstes Ziel sich vorgesetzt hatte, sondern während langer Zeit der Verfolgung anderer Probleme zugewendet war, für deren erfolgreiche Bearbeitung die Kenntniß der Zusammensetzung der Körper als Hülfsmittel erschien und insofern selbst angestrebt wurde. Die künstliche Erzeugung von Gold und Silber, die Umwandlung unedler Metalle in diese edlen Metalle betrachtete die Chemie als ihre eigentliche Aufgabe von der Zeit an, wo die in dem Alterthume vereinzelt dastehenden Kenntnisse chemischer Thatsachen in dem Streben nach einem bestimmten Ziele zuerst zusammengefaßt erscheinen, bis in den Anfang des sechszehnten Jahrhunderts. Diesem Streben erst zugesellt, dann sich mehr und mehr von ihm abwendend steht von

dem ersten Viertel des sechszehnten Jahrhunderts an bis zu der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts die Richtung, die Heilkunde auf die Chemie zu baxiren, als die die letztere beherrschende da, und als eigentliche Aufgabe der Chemie wird nicht die Erkenntniß der Zusammensetzung der Körper an sich betrachtet, sondern die Verwerthung der hierauf bezüglichen Kenntnisse für die Heilkunde, zur Gewinnung einer Grundlage und zur Gewährung von Hülfsmitteln für die theoretische und die practische Medicin. Erst in der zweiten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts wird die Chemie ihrer wahren Aufgabe sich bewußt und arbeitet sie an der Lösung derselben, ohne solche fremde Ziele als die ihr eigentlich vorgesteckten länger anzuerkennen. Und noch nicht hundert Jahre sind es, daß in der Chemie gewisse fundamentale Ansichten zur Anerkennung gebracht worden sind, welche seitdem nicht mehr wechseln und diejenige Phase unserer Wissenschaft characterisiren, innerhalb deren dieselbe dann sich stetiger weiter ausgebildet hat, Erweiterungen von größter Erheblichkeit, Reformen nach den verschiedensten Richtungen erfahrend, aber nicht mehr Reformen von solchem Umfang und unter solcher Abänderung des ganzen chemischen Systemes, daß man sie passend als Revolutionen bezeichnen könnte.

Die Entwicklung der Chemie in dieser Zeit: in den zunächst vorausgehenden zwei Jahrhunderten, namentlich aber in der letzterwähnten Phase darzulegen, soll hier versucht werden. Diese Darlegung kann indeßsen weder eine ganz auf diese Zeit beschränkte sein, noch darf sie für dieselbe alles Das gleich eingehend zu schildern und vollständiger aufzuzählen suchen, was die Ausbildung der Chemie nach sämtlichen einzelnen Abzweigungen bedingte und characterisirte und was an Zuwachs von Kenntnissen dieser Wissenschaft zu Theil wurde. — Manche der wichtigsten, noch innerhalb der hier vorzugsweise in Betracht zu ziehenden Zeit herrschenden Ansichten wurzeln auf älteren Vorstellungen, und ohne eine Kenntniß der letzteren ist ein Verständniß der ersteren nicht möglich. So wenig es meine Absicht ist, auf die Periode der Alchemie und die der Jatrochemie in einer

zusammenhängenderen und vollständigeren historischen Betrachtung einzugehen, so nothwendig ist es, über die damals gehegten allgemeineren Ansichten bezüglich der Zusammensetzung der Körper einleitungsweise zu berichten. — Für jene, vorzugsweise hier zu betrachtende Zeit stellen sich die Methoden der Forschung und die Ansichten, welche bis zu dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts ganz besonders in Geltung waren, den nachher zur Anerkennung gebrachten vielfach einander in solcher Weise gegenüber, daß wohl selbst daran gezweifelt worden ist, ob die Geschichte der Chemie als einer Wissenschaft weiter als bis zu dem eben genannten Zeitpunkt zurück zu führen sei. Doch auch bei anderer Beurtheilung der früheren Leistungen und bei Anerkennung, daß sie wesentlich die Chemie als Wissenschaft auffaßten und förderten, ist hier nicht für jene frühere und für diese neuere Periode die Darlegung der Ansichten und des Wechsels derselben in gleicher Ausführlichkeit zu geben: für jene frühere Periode werde ich mehr zusammenzufassen suchen, was sie leistete und wie sie spätere Fortschritte vorbereitete; für diese neuere habe ich eingehender zu untersuchen, welche Fortschritte der Erkenntniß sie brachte und sich an einander reihen ließ. — Aber auch innerhalb dieser Zeit, für welche die Entwicklung der Chemie hier hauptsächlich geschildert werden soll, wird uns in erster Linie die Betrachtung der nach einander herrschenden allgemeineren Ansichten über die Zusammensetzung der Körper beschäftigen, und auf die Besprechung oder auch nur Erwähnung einzelner Untersuchungen kann hier nur in so weit eingegangen werden, als sie zu der Aufstellung und Begründung, der Geltung und dann der Reform solcher allgemeinerer Ansichten Beziehung haben oder für sie charakteristisch sind. Es ist davon abzustehen, hier eine vollständigere Ausgabe der Leistungen auf dem Gebiete der Chemie zu versuchen, und der Uebelstand ist hinzunehmen, daß eine große Zahl von Arbeiten hier unbesprochen und selbst unerwähnt bleiben muß, die an sich und für die Förderung des chemischen Wissens auf einzelnen Abtheilungen dieses Gebietes von großer Wichtigkeit waren und für deren jede gilt, daß ein

Beitrag zur besseren Erkenntniß des Einzelnen auch die Wissenschaft als Ganzes vorzschreiten läßt. Und ebensowenig kann hier auf ausführlichere oder vollständigere Darlegung der Anwendungen der Chemie eingegangen werden, welche durch die Fortschritte dieser Wissenschaft auf anderen Gebieten der geistigen Thätigkeit ermöglicht wurden, und des Zusammenhanges der Chemie mit anderen Wissenschaften, welche gerade in der uns vorzugsweise beschäftigenden Zeit, was die Zahl der Berührungstellen und die Innigkeit der Beziehungen betrifft, stetig zugenommen hat.

---

## Die Entwicklung der Chemie bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts.

Bei den Völkern des Alterthums, an deren Wissen sich später wesentlich das der Arabländer angeschlossen: bei den Griechen und bei den Römern finden wir empirische Kenntniß zahlreicher chemischer Thatsachen, aber ohne Zusammenfassung derselben in der Benutzung zur Aufstellung einer theoretischen Ansicht oder in dem Streben, eine gewisse Aufgabe zu lösen. Die damals bekannten chemischen Thatsachen waren auf dem Gebiete der Technik und der Pharmacie erworben; welche durch Zufall, welche durch mehr absichtlich angestellte Experimente erkannt waren, ist größtentheils ungewiß. Die Experimentirkunst war wenig ausgebildet; wissenschaftlich Strebende wandten sich vorzugsweise der Speculation zu, und benutzten zur Erkenntniß dessen, was die Erfahrung lehre, mehr die Beobachtung: die Beachtung des dem Wißbegierigen ohne Einwirkung des Letzteren auf das zu Constatirende sich Bietenden, als die Anstellung von Versuchen: das bewußte Hervorbringen und Abändern der Umstände, unter welchen etwas zu Constatirendes sich zeigt. Ob Einzelne unter den griechischen Forschern auf dem Wege experimentalen Arbeitens weiter vorgedrungen seien; ob die so erlangten Resultate einen Theil des als Magic bezeichneten Geheimwissens ausmachten; ob darunter auch die Chemie Betreffendes enthalten sein mochte: solche Fragen aufzuwerfen bieten einzelne Stellen in Schriftstellern des Alterthums allerdings Anlaß, aber zu ihrer Beantwortung fehlen uns die Anhaltspunkte.

Eine Aufzählung der chemischen Thatsachen, von welchen die

Alten Kenntniß hatten, eine Erörterung, wie diese Kenntniß vereinzelter Thatfachen auch eine mehr oder weniger beschränkte war, ist hier nicht zu geben. Einzugehen ist hier auch nicht auf die Besprechung der spärlichen Angaben, welche den Besitz von Mitteln andeuten, die Zusammensetzung einiger Gemische (den Gehalt silberhaltigen Goldes an beiden Metallen z. B.) zu beurtheilen; nicht auf die der ersten Spuren von Wahrnehmungen über die gegenseitige Einwirkung gelöster Substanzen (von Metallsalzen z. B. und Granatapfelsaft oder Aehnlichem) noch auf die der Bekanntschaft mit einigen chemischen Operationen (der Cupellation und Cämentation, der Destillation in rohester Form z. B.), welche später auf beschränkterem Felde oder ausgedehnterem Gebiete zu wichtigen Hilfsmitteln geworden sind, die Zusammensetzung der Körper zu erforschen. Allzu dürftig sind solche Angaben uns erhalten, und allzu beschränkt waren auch wohl die Kenntnisse, auf welche sie sich beziehen, als daß hier bei ihnen zu verweilen wäre.

Der Spärlichkeit der Kenntnisse und der Angaben bezüglich des chemischen Verhaltens und der chemischen Prüfung der verschiedenen Substanzen entspricht, daß damals die Körper viel mehr nach den äußeren Eigenschaften, der Herkunft und Benutzung unterschieden wurden, als nach den chemischen; die Nichtbeachtung der letzteren ließ bald ganz verschiedene, aber äußerlich ähnliche und ähnlicher Verwendung fähige Substanzen mit demselben Namen benennen, bald derselben Substanz, wenn in verschiedener Art erhalten, verschiedene Namen beilegen, bald die Benennung für eine gewisse Substanz auch noch auf aus ihr durch vollständige chemische Veränderung hervorgehende Körper übertragen. Daher die Verwirrung und Undeutlichkeit in der Nomenclatur schon im Alterthum bekannter Körper, und die Unsicherheit, was gewisse Benennungen eigentlich bedeuteten. Der Begriff eines bestimmten, durch sein chemisches Verhalten als eigenthümlich characterisirten Körpers existirte damals nicht, so wenig wie der der chemischen Zusammensetzung. Wo chemisch Zusammengesetztes zusammengestellt ist, bot die Aehnlichkeit äußerer

Eigenschaften, des Vorkommens oder der Gewinnung oder der technischen Verwendung Anlaß, nicht eine Ahnung der Ähnlichkeit des chemischen Bestandes. So wurden im Alterthume die starren Metalle nach der Ähnlichkeit der äußeren Eigenschaften als zusammengehörig betrachtet, so nach der technischen Verwendbarkeit verschiedene schwefelsaure Salze unter derselben Benennung zusammengefaßt, so die natürliche Soda und die künstlich dargestellte Pottasche als zusammengehörig erkannt. Die Beachtung der Ähnlichkeit in der Löslichkeit und dem äußeren Aussehen war es wohl, die außer dem Kochsalz noch andere Substanzen als Salz bezeichnen ließ (so bei Aristoteles die aus Pflanzenaschen-Lauge gewonnene Pottasche, bei Dioscorides und Plinius die Soda; und aus Gestein ausgemittertes alumen ist dem Letzteren *salsugo terrae*); alles Salz stammt nach Plinius aus einer Lösung. Wohl zu beachten sind diese ersten Hinneigungen zu chemischer Classification, aber auch die Beschränkung derselben in jener Zeit auf die äußerlichsten Anhaltspunkte; wo Farbe u. a. eines aus einer Lösung sich auscheidenden Körpers in größerem Gegenfatz zu den Eigenschaften des gemeinen Salzes stehen, kommen andere Bezeichnungen in Anwendung: als Schlamm (*limus*) wird bei Plinius aus Grubenwässern sich in bläulichen glasglänzenden Krystallisationen auscheidender Vitriol bezeichnet.

Hingewiesen wurde soeben darauf, daß es bei den Alten an der Erfassung des Begriffes: chemische Zusammensetzung fehlt. Es war weniger ein Erkennen der Analogie in der Zusammensetzung, als ein Vertennen des Unterschiedes in derselben, was in mehreren Fällen chemisch ähnlich zusammengesetzte Körper mit derselben Bezeichnung belegen ließ. Es fehlte die klarere Vorstellung des Ueberganges eines Körpers in einen anderen durch Veränderung der Mischung, und allgemein der Existenz einfacher Körper und zusammengesetzterer Substanzen, welche aus den ersteren — sie noch, wenn auch nicht unmittelbar sichtbar, in sich enthaltend — entstehen und bestehen. — Wohl versucht könnte

man allerdings sein, daß, was Aristoteles über die Mischung der Stoffe lehrte, als den Ausdruck weit vorgeschrittener Erkenntniß der Existenz chemischer Verbindungen und des Verhältnisses der Verbindungen zu ihren Bestandtheilen zu deuten. Als hierauf beziehbar erscheinen uns jetzt die Aussprüche dieses Philosophen: eine Mischung sei eine solche Verbindung von zwei oder mehreren Stoffen, in welcher weder der eine noch der andere untergehe noch auch beide unverändert zusammen seien, sondern in welcher vielmehr aus ihnen ein drittes Gleichtheiliges werde; in der Mischung zweier Stoffe sei keiner von beiden mehr als solcher, mit seinen ursprünglichen Eigenschaften, vorhanden, und seien beide nicht bloß in unsichtbar kleinen Theilen vermengt, sondern sie seien durchaus in einen neuen Stoff übergegangen, in welchem sie nur noch der Möglichkeit nach enthalten seien, sofern sie aus ihm wieder ausgeschieden werden könnten. Aber diese Aussprüche stehen bei Aristoteles da ohne jede nähere Beziehung zu dem, was die Erfahrung über die Verschiedenartigkeit der Körper und die Beziehungen zusammengesetzterer Substanzen zu den in ihnen enthaltenen Bestandtheilen unter einem Gesichtspunkte lehren könnte, der als ein chemischer zu bezeichnen wäre. Sie treten auch ganz zurück gegen die Betrachtung der verschiedenen Zustände der Materie von einem Standpunkte, welchen wir dem physikalischen vergleichen können: gegen die Lehre von den vier Elementen, die sich so lange in Ansehen erhielt und auf die Beantwortung von Fragen, deren Erörterung zur Ausbildung der Chemie wesentlich beitrug, noch über das Mittelalter hinaus Einfluß ausübte. Es ist weniger die Verschiedenheit der Körper an sich, als die der Zustände der Körper — der Aggregatzustände und des Einflusses der Temperatur auf dieselben —, welche in des Aristoteles Lehre von den vier Elementen Betrachtung und Ausdruck gewann. Die an sich eigenschaftslose Materie erhält bestimmte Gestalt durch ihr hinzukommende Eigenschaften; die Grundeigenschaften, welche Aristoteles für alles Körperliche oder Faßbare hervorhebt, sind physikalische, nämlich das Trocken- oder Feucht-, d. i. Fest- oder Flüssigsein, das

Warm- oder Kaltsein; die vier Elemente, welche er als die Bestandtheile der Körper hinstellt, sind nicht Elemente im neueren Sinne, nicht unzerlegbare Substanzen, welche in den Körpern empirisch nachweisbar vorhanden sind oder als materiell darin enthalten anzunehmen seien, sondern Träger gewisser Grundeigenschaften der Materie. In diesem Sinne, und da nach seiner Annahme jedem Elemente zwei der genannten Fundamentalqualitäten zukommen, ist die Erde als der Inbegriff des Festen trocken und kalt, das tropfbar-flüssige Wasser kalt und feucht, die Luft oder der Dampf feucht und heiß, das Feuer heiß und trocken; in diesem Sinne entstehen aus diesen vier Elementen — Grundzuständen der Materie — alle übrigen Körper und sind die Verschiedenheiten ihrer Eigenschaften bedingt durch das Verhältniß, in welchem jene Elemente in ihnen zusammengetreten sind, so daß der Zustand des in einem Körper vorherrschenden Elementes: was dem letzteren an Eigenschaften zukommt, das an dem Körper selbst Hervorstechende ist.

Unter dem Einfluß einer derartigen Anschauungsweise, welche die Betrachtung der Verschiedenheiten der Körper in die der verschiedenen Zustände concentrirte, mußte bald die Ansicht durchdringen, die Eigenschaften einer Art Materie können so abgeändert werden, daß ein ganz anderer Zustand der Materie, ein anderer Körper resultirt. Auch der empirischen Erkenntniß, wie die Kälte erstarrend und härtend wirkt, entspricht Plinius' Aeußerung über den Bergkrystall: derselbe entstehe aus Feuchtigkeit nicht durch Wärme sondern durch Kälte, der strengste Frost lasse ihn sich bilden, und daß er eine Art Eis sei, sei gewiß. Die Verwandlung von Luft in Wasser, wie auch die umgekehrte, wird bei Plinius ebenso als etwas in der Natur, z. B. bei der Wolkenbildung, unzweifelhaft vor sich Gehendes hingestellt. Uebergänge ganz verschiedener Körper in einander erschienen damals als möglich, welchen gegenüber die Umwandlung wirklich ähnlicher Körper in einander — die später so lange angestrebte der unedlen Metalle in edle z. B. — als etwas weit weniger Wunderbares dasteht. Auf den ganzen Zeitraum,

während dessen die künstliche Erzeugung von Gold und Silber als möglich betrachtet wurde, erstreckte sich der Einfluß der Lehre des Aristoteles von den vier Elementen.

---

In der Bearbeitung der Frage, auf was die künstliche Erzeugung edler Metalle beruhe und wie sie zu bewirken sei, bildete sich die Chemie zuerst aus. Die Beschäftigung mit dieser Aufgabe ließ gewisse Kenntnisse und Ansichten zu einer Abtheilung des Wissens zusammenfassen, welche frühe schon als Chemie bezeichnet wurde und welche sich zu dem später mit demselben Namen bezeichneten Theile der Naturwissenschaft klärte und erweiterte. Bis zu dem Ende des fünfzehnten Jahrhunderts wird die Chemie vor Allem in jener Richtung, als *Alchemie*, aufgefaßt und bearbeitet.

Der Glaube an die Möglichkeit, Gold und Silber künstlich entstehen zu lassen, namentlich durch Umwandlung unedler Metalle in die eben genannten, scheint aus Verwechslungen und Mißdeutungen hervorgegangen zu sein: der Verwechslung der Abcheidung edler Metalle aus Materialien, die nicht unmittelbar den Gehalt an denselben erkennen lassen, mittelst gewisser Operationen mit der Hervorbringung dieser Metalle durch diese Operationen; der Mißdeutung experimental erlangter Resultate, wie die Eigenschaften eines Metalles durch Behandlung mit gewissen Substanzen abgeändert werden können. Es ist noch nicht mit einiger Sicherheit darüber entschieden, wo und wann dieser Glaube und die Beschäftigung mit der Aufgabe, das als möglich Betrachte zu realisiren, aufgekommen sind. Die meisten Indicien weisen auf Aegypten hin und auf eine frühe Zeit: in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung scheint dort bereits diese Aufgabe bearbeitet worden zu sein. Besser bezeugt ist, daß im fünften Jahrhundert von der Metallveredlung als von etwas Bekanntem bereits die Rede ist; daß in der ersten Hälfte des vierten Jahrhunderts schon das Wort *Chemie* vor-

kommt, welches später wenigstens für die Bezeichnung der Erkenntniß, wie Gold und Silber künstlich zu machen seien, allgemein gebraucht wurde. Und wohl in einer noch etwas früheren Zeit beginnt eine Reihe von Schriftstellern, welche diese Erkenntniß zum Gegenstande zahlreicher Aufsätze machten. Eine Aufzählung dieser Schriftsteller, eine ausführlichere Besprechung des Inhalts der unter ihren Namen und zugekommenen alchemistischen Aufsätze ist hier nicht zu geben. Ueber die persönlichen Verhältnisse und die Zeit der Schriftsteller hat man meistens lediglich Vermuthungen, und sicherer erscheint nur, daß mindestens alle die früheren unter ihnen durch Geburt oder Bildung Aegypten angehört haben. Die Aufsätze selbst sind fast durchweg räthselhaft; aber daß in ihnen die künstliche Erzeugung von Gold und Silber behandelt wird, auf sie bezügliche angebliche Versuche berichtet werden und eine in meist unverständlichen Vorschriften sich aussprechende experimentale Richtung vertreten ist, lassen sie erkennen. Als allgemeinere Aufgabe, welche bearbeitet wurde und deren Bearbeitung chemische Kenntnisse zusammenfassen ließ, steht in jener Zeit die Metallveränderung und namentlich die Metallveredlung da; man versuchte diese Aufgabe zu lösen durch Abänderung der Eigenschaften der unedlen Metalle, namentlich durch Mittheilung der Farbe eines edlen Metalles an dieselben. Die Unverständlichkeit der in diesen Aufsätzen gebrauchten Nomenclatur und daß in ihnen unzweifelhaft Fictionsen als Erprobes hingestellt werden, erschwert die Gewinnung eines Urtheils darüber, welchen Zuwachs an empirischen Kenntnissen die Chemie etwa dieser frühesten Zeit der Alchemie verdankt. Das Wichtigste in dieser Beziehung ist die Ausbildung der Destillation, welche mit Benutzung relativ vervollkommener Apparate mindestens im vierten Jahrhundert bekannt war. Auf Anderes, bessere Kenntniß einzelner Thatsachen Betreffendes ist in der vorliegenden Schrift nicht einzugehen; kurz mag hier nur, anknüpfend an eben Gesagtes bemerkt werden, daß außer der, bereits den Alten bekannt gewesenen Gelbfärbung des Kupfers durch gewisse (zinkhaltige) Substanzen auch die Weißfärbung desselben Metalles

durch gewisse (arsenhaltige) Substanzen bekannt war, und beide Färbungen für die Beschäftigung mit Metallveredlung besonders wichtig gewesen zu sein scheinen. Wenig im Ganzen bietet sich für die Entscheidung, ob und welche wichtigeren Thatsachen und Präparate damals etwa als neue bekannt waren, Dem, welcher nicht auf Vermuthungen und kühne Deutung einzelner Ausbrüche sich verlassen mag; und auch in theoretischer Beziehung läßt sich ein erheblicher Fortschritt in den Ansichten über die Zusammensetzung der Körper, oder auch nur eine wesentliche Abänderung oder weitere Ausbildung derselben, nicht constatiren. Die alchemistischen Behauptungen und Bestrebungen jener Zeit entsprechen noch ganz der Ansicht, die in des Aristoteles Lehre ihren Ausdruck gefunden hatte: daß dieselbe Grundmaterie, nur mit verschiedenen Eigenschaften ausgestattet, das ausmache, was wir verschiedene Körper nennen. Daß Eigenschaften eines Metalles abgeändert werden können, war erkannt; die Abänderung aller Eigenschaften eines Metalles, so daß ein ganz anderes als das ursprünglich angewendete zum Vorschein komme, wurde als möglich betrachtet. Schriftsteller aus der jetzt in Rede stehenden Zeit, welche zu den frühesten und anerkanntesten Autoritäten der Alchemie gezählt wurden, sprechen von der Verwandlung der Metalle als einer Umbildung der Form der Materie, vergleichbar der Bearbeitung von Stein oder Holz zu bestimmten Gegenständen ohne daß bei der künstlichen Anfertigung der letzteren die Materie selbst gemacht wird; und in ganz ähnlicher Weise wurde die Metallverwandlung, nicht wie wir sie jetzt auffassen müßten, als die Ueberführung einer einfachsten Art Materie in eine andere, sondern als die Abänderung der die Grundmaterie in gewisser Form hinstellenden Eigenschaften, noch im Mittelalter aufgefaßt.

Eine auf dem Gebiete der Chemie versuchte und die Ansichten der Chemiker bezüglich der Zusammensetzung der Körper während längerer Zeit beherrschende Ausbildung der Lehre des Aristoteles über die Ursache der Verschiedenheit der Körper findet sich zunächst bei den Arabern.

Darüber, wann und wo die Araber zuerst sich mit Chemie in der Richtung als Alchemie zu beschäftigen begannen, ist nichts Sicheres bekannt; wahrscheinlich ist es, daß ihnen in Aegypten nach der Eroberung dieses Landes (640) zuerst Bekanntschaft mit diesem Zweige des Wissens und Forschens zukam. Die ältesten Zeugnisse für solche Beschäftigung der Araber sind uns in Schriften enthalten, als deren Verfasser ein Angehöriger jenes Volkes gilt, welcher bei den Abendländern, unter Abkürzung und Abänderung des arabischen Namens, als Geber bezeichnet wurde. In dem achten Jahrhundert soll er gelebt haben; Zuverlässiges ist über ihn nicht bekannt, und der Inhalt seiner Schriften nur aus lateinischen Uebersetzungen derselben, bezüglich deren Anfertigung, und wie weit sie Geber's Aussprüche treu wiedergeben, uns auch genauere Kenntniß mangelt. In diesen Schriften faßt Geber, wie er in der wichtigsten derselben (ber in den Uebersetzungen als Summa perfectionis magisterii bezeichnet) selbst angiebt, zusammen, was in noch älteren Büchern über die Metallverwandlung gelehrt war.

Die Metallverwandlung und speciell die Abänderung der unedlen Metalle zu edlen ist die Aufgabe der Wissenschaft, über welche Geber schreibt; dazu, diese Aufgabe zu lösen, dient die Kenntniß gewisser Substanzen und Operationen; die Ansicht, daß diese Aufgabe lösbar sei, beruht auf einer Vorstellung von der Zusammensetzung der Metalle. Nach diesen beiden Richtungen hin: der practisch-chemischen und der theoretisch-chemischen, enthalten Geber's Schriften deutlichere Angaben, als irgend welche aus noch früherer Zeit uns zugekommene.

Sachkundig weiß Geber mittelst der dem Chemiker wichtigsten Operationen: des Auflösens, des Filtrirens, des Krystallisirens und des Fällens, des Destillirens und des Sublimirens aus gegebenen Körpern neue hervorzubringen oder weniger reine zu reinigen. Materialien, wie Vitriol, Alaun, Salpeter, Salmiak werden von ihm neben den schon früher allgemeiner bekannten Körpern zur Darstellung neuer Substanzen benutzt. Die Kenntniß der Salpetersäure und daraus zu bereitlebenden Königswassers,

vielleicht schon der Schwefelsäure findet sich bei ihm; die Darstellung einer ziemlichen Anzahl von Metallverbindungen, wie diese durch Behandlung von Metallen mit Säuren, mit Schwefel u. a. erhalten werden können, wird bei ihm gelehrt; Quecksilberoxyd und Quecksilbersublimat sind ihm bekannt und manche andere Präparate, deren vollständigere Aufzählung hier nicht zu geben ist.

Dem wichtiger für uns, als die detaillirtere Kenntnißnahme von den practischen Erfahrungen, die damals bereits gemacht waren, ist die Erinnerung an die in Weber's Schriften dargelegte Theorie über die Zusammensetzung der Metalle: an die erste Theorie, welche von der Chemie darüber aufgestellt worden ist, wie die Verschiedenheit der Glieder einer gewissen Classe von Körpern auf ungleicher Zusammensetzung derselben beruhe. An die Aristotelische Lehre schließt sich diese Theorie noch an: Die Aristotelischen Elemente werden noch anerkannt, und zwar jetzt, wie es auch später öfters geschehen, mehr in dem Sinne discreter entferntester Bestandtheile, als Dies wohl der ursprünglichen Lehre des Stagiriten entspricht; aber angenommen wird auch, daß diese Elemente Substanzen zu bilden vermögen, welche mit einander sich vereinigend in Dem, was resultirt, forteristiren und Bestandtheile von Verbindungen in chemischem Sinne abgeben. Für die Metalle wird die Ansicht entwickelt, daß sie im Wesentlichen Verbindungen aus denselben zwei Grundbestandtheilen seien, deren einer als Quecksilber, der andere als Schwefel bezeichnet wird. Nicht auf einem, den Kern dieser Lehre präcis angehenden Ausspruche jener frühen Zeit fußen wir, sondern den Eindruck der oft unbestimmten Darlegungen Weber's auf uns geben wir wieder, wenn wir sagen, daß man für besonders charakteristische Eigenschaften der Metalle oder der Mehrzahl derselben solche Substanzen als Träger dieser Eigenschaften angenommen habe, an welchen die letzteren in hervorstechendster Weise sich zeigen: als Träger der Dehnbarkeit, der Schmelzbarkeit, des Glanzes das schmiegsame flüssige glänzende Quecksilber, wie als Träger der Veränderlichkeit durch Feuer den der Einwirkung des Feuers

vorzugsweise leicht unterliegenden Körper, den Schwefel. Bestimmter als darüber, auf welche Vorstellung hin man die Substanzen, welche als Quecksilber und Schwefel benannt sind, als Grundbestandtheile in den Metallen angenommen habe, sind die Aeußerungen Weber's darüber, daß und wie die Metalle aus diesen Substanzen zusammengesetzt seien. Die Verschiedenheit der Metalle beruhe darauf, daß sie diese zwei Grundbestandtheile in verschiedenem Verhältniß und in ungleichem Grade der Reinheit oder mit etwas unter sich abweichenden Eigenschaften begabt in sich enthalten. Was als Quecksilber und was als Schwefel bezeichnet in den verschiedenen Metallen enthalten sei, könne reiner oder unreiner, feiner oder gröber, mehr oder weniger fix, auch verschiedenfarbig sein; die edlen Metalle, das Gold und das Silber, seien reich an reinem Quecksilber und enthalten reineren Schwefel, das erstere weißen und das letztere rothen; in den anderen Metallen seien die Grundbestandtheile weniger rein, gröber, der Schwefel auch von verschiedener Härzung. Die Metallverwandlung beruhe auf der Abänderung des Verhältnisses der Grundbestandtheile und auch auf der Abänderung der Eigenschaften der letzteren. Was in diesen Ansichten für die Entwicklung der Chemie Wichtigkeit hat, ist der Gedanke, daß die Eigenschaften der hier in Betracht genommenen Körper bedingt sein sollen durch die Art und das Verhältniß der in ihnen enthaltenen Bestandtheile: nicht etwa nur im Allgemeinen wird ausgesprochen, daß die edlen Metalle den als Quecksilber, die unedlen den als Schwefel bezeichneten Bestandtheil in größerer Menge enthalten, sondern namentlich auch für das chemische Verhalten wird Erklärung desselben aus dem Gehalt an einem gewissen Bestandtheil versucht; so z. B. für das ungleiche Verhalten der verschiedenen Metalle zu Quecksilber daraus, daß nur selbst schon an Quecksilber reichere sich leichter mit Quecksilber vereinigen, oder für das verschiedene Verhalten der Metalle bei Einwirkung des Feuers daraus, daß die an Schwefel, dem als Träger der Verbrennlichkeit angenommenen Bestandtheil, reicheren Metalle sich vorzugsweise bei jener Einwirkung verändern.

Wie solche Ansichten in's Einzelne entwickelt wurden, wie der Annahme von Bestandtheilen, welche Träger gewisser und namentlich auch chemischer Eigenschaften seien, das Zurückgreifen auf die Aristotelischen Elemente auch behufs der Erklärung einzelner chemischer Vorgänge beigelegt war, bespreche ich nicht eingehender. Die Erinnerung an die Annahme jener Bestandtheile war hier nöthig, danach wie diese Annahme lange Zeit hindurch unverändert und später noch umgebildet und erweitert die Vorstellungen der Chemiker beherrschte; aber eine ausführlichere Erörterung ist hier nicht nöthig, sofern der Einfluß jener Ansichten für die Zeit ein erloschener ist, innerhalb deren die Entwicklung der Chemie genauer zu betrachten die Hauptaufgabe des vorliegenden Buches ist.

Während längerer Zeit kommt den chemischen Kenntnissen, wie sie in Geber's Schriften zusammengefaßt sind, keine erhebliche Vermehrung zu. Die hier ausgesprochenen Ansichten haben ungeändert Geltung für Diejenigen unter den Arabern, welche sich nach dem achten Jahrhundert mit Chemie beschäftigten; sie bleiben in Geltung für die Abendländer, bei welchen bereits im dreizehnten Jahrhundert die Beschäftigung mit Chemie in der Richtung als Alchemie eine verbreitete ist. Fehlt uns auch genauere Kenntniß darüber, auf welchen Wegen und durch welche Personen die Bekanntschaft mit der Alchemie für die Bewohner des christlichen Abendlandes vermittelt wurde, so zeugt doch die Uebereinstimmung der Auffassung dieses Gegenstandes mit der bei den Arabern dargelegten, es zeugt die häufige Bezugnahme auf arabische Autoritäten dafür, daß auch auf diesem Gebiete die Abendländer Das, was man wußte oder zu wissen glaubte, den Arabern verdankten. Die hervorragendsten Geister des dreizehnten Jahrhunderts wenden der Chemie Beachtung zu; der Deutsche Albert von Bollstädt (1193—1280), um seines vielseitigen Wissens willen Albert der Große genannt, und der Engländer Roger Bacon (1214—1294 etwa), welcher so selbstständige Ansichten über die Betreibung und die Ausichten

der Naturwissenschaften ausgesprochen hat, erörtern die Metallverwandlung und auf was sie sich gründe; Raymund Lull aus Majorca (1235—1315) soll, wie früher allgemeiner als jetzt geglaubt wurde, neben allen seinen anderen kirchlichen und wissenschaftlichen Bestrebungen auch mit Alchemie sich beschäftigt haben, und Arnald von Villanova (1235 o. 1248—1312 o. 1314), aus Catalonien oder Süd-Frankreich gebürtig, war nicht nur als Arzt sondern auch wegen seiner Kenntnisse in der Alchemie und seiner Schriften über dieselbe hochberühmt; eine Anzahl anderer, mehr oder weniger sonst noch bekannter Männer wird genannt, welche in jener Zeit über Alchemie geschrieben haben oder geschrieben haben sollen. Ueber der alchemistischen Literatur jener Zeit schwebt eine gewisse Unsicherheit; bezüglich einer größeren Zahl von Schriften, welche als den hier genannten Männern, als Anderen zugehörig Verbreitung fanden und Ansehen genossen, ist es zweifelhaft, ob sie wirklich von Denselben verfaßt sind, und bezüglich einzelner läßt sich kaum mehr bestreiten, daß sie Producte späterer Zeit und jenen Celebritäten nur untergeschoben seien. Die eben hervorgehobene Unsicherheit, der frühere Irrthum in der Beilegung von Schriften an Solche, die sie nicht verfaßt hatten, die jetzt noch vorhandene Schwierigkeit der Beurtheilung beruht vielfach darauf, wie das Wissen der hervorragendsten Repräsentanten des dreizehnten Jahrhunderts auch auf diesem Gebiet ein unselbstständiges war und sich in der Hauptsache auf die Aneignung anerkannter früherer Lehren beschränkte; die Reproduction dieser Lehren als das Wesentliche des Inhaltes abgebend ist vielen Schriften jener Zeit gemeinlich, und wie sie hierin übereinstimmen erschwert die Entscheidung, welche von diesen Schriften älter und welche neuer, welche den für sie als Verfasser Angegebenen wirklich zuzusprechen seien und welche nicht. Hier ist nur zu bemerken, daß die, den geistig Bedeutendsten unter Denjenigen, welche im dreizehnten Jahrhundert über Chemie geschrieben haben, unzweifelhaft zugehörigen Schriften zwar nicht erhebliche experimentale Arbeiten, wohl aber die Anerkennung nachweisen, daß die künst-

liche Erzeugung edlen Metalles möglich sei. Diese Anerkennung fehlt damals nie, äußert sie sich auch bei Verschiedenen etwas ungleich; sie fehlt nicht bei Albert dem Großen, wenn Dieser auch in seiner Schrift *de rebus metallicis et mineralibus* zurückhaltender ist, mehr die Ansichten Anderer wiedergiebt als seine eigene Ueberzeugung ausspricht, und selbst die Dunkelheit einzelner alchemistischer Lehren nicht erkennt und auf Täuschungen in den angeblichen praktischen Resultaten der Alchemisten aufmerksam macht; sie tritt entschiedener bei Anderen hervor, wie z. B. bei Roger Bacon in den kleineren alchemistischen Tractaten Desselben und in dem *Opus tertium*, wo er geradezu diese Bereitung der edlen Metalle unter die Aufgaben zählt, durch deren Lösung die praktische Chemie sich nützlich machen könne. Ganz unfruchtbar bleibt noch die von Bacon ausgesprochene Ansicht, neben der praktischen Chemie gebe es auch eine speculative, welche letztere ihm als ein Theil der Naturwissenschaft vorschwebt, der sich mit allen leblosen Körpern und namentlich der Entstehung derselben aus den Elementen zu befassen habe. — Mit der Anerkennung des Strebens, die Metallveredlung durch die Darstellung eines als Elixir oder Stein der Weisen bezeichneten Mittels zu bewirken, verbindet sich jetzt, deutlicher ausgesprochen als früher, selbst bei Männern von solchem Scharfblick wie Roger Bacon, der unbeschränkte Ausdruck des Glaubens daran, daß jenes Mittel auch heilkräftig wirke, daß auf chemischem Wege ein Präparat darzustellen sei, welches den Menschen Gesundheit und Verlängerung des Lebens auf Jahrhunderte sichern könne.

Als die eigentliche Aufgabe der Chemie wird immer noch, wie bei den Arabern, die künstliche Hervorbringung der edlen Metalle aus unedlen betrachtet, und unverändert gelten auch die Ansichten, welche Weber und seinen Landsleuten die Lösung dieser Aufgabe als möglich erscheinen ließen. Die alchemistischen Schriftsteller des dreizehnten Jahrhunderts wiederholen die Lehre, daß die Metalle aus Quecksilber und Schwefel bestehen, und die Angaben der Araber darüber, wie diese Bestandtheile in den verschiedenen Metallen nach ungleichem Verhältniß, mit un-

gleichem Grade der Reinheit u. s. w. enthalten seien; anerkannt wird dabei auch noch die Aristotelische Lehre über die Ursache der Verschiedenheit der Körper, und zwar so — dürfen wir ältere Auffassungen durch neuere Ausdrucksweise erläutern —, daß die Aristotelischen Elemente als die entfernteren, Quecksilber und Schwefel als die näheren Bestandtheile der Metalle betrachtet werden. Ein solcher Zwiespalt der Lehrmeinungen existirte damals noch nicht, wie er später eintrat, als die Physiker noch an die Aristotelischen Elemente, die Chemiker nicht mehr an diese, sondern nur an gewisse, als Principien bezeichnete chemische Grundbestandtheile der Körper glaubten; bei einem und demselben Gelehrten (bei Albert dem Großen z. B.) werden für die Erklärungen des physikalischen Verhaltens der Körper vorzugsweise die Aristotelischen Elemente, für die Erklärungen des chemischen Verhaltens vorzugsweise die chemischen Grundbestandtheile in Betracht gezogen, ohne daß jedoch eine consequente Scheidung dieser beiden Erklärungsweisen nach der einen und nach der anderen Richtung hin vorhanden wäre. Selbst über die Classe der Metalle hinaus werden in dieser oder einer nahe kommenden Zeit schon Quecksilber und Schwefel als die chemischen Bestandtheile der Körper genannt; in dem, dem Raym und Lull zugeschriebenen Testamentum wird gelehrt, daß jeglicher Körper, substantialiter aus den vier (Aristotelischen) Elementen zusammengesetzt, aus Quecksilber und Schwefel bestehe.

Wir verweilen hier nicht in längerer Betrachtung der Zeit vom dreizehnten Jahrhundert bis gegen das Ende des fünfzehnten, in welcher die Alchemie mehr und mehr an Verbreitung aber kaum in Erweiterung des mit ihr verwachsenen chemischen Wissens zunahm. Nicht die Geschichte der Alchemie ist hier zu geben, sondern nur an Das im Allgemeinen zu erinnern, was während der Zeit, wo die Chemie ausschließlich in der Richtung als Alchemie gepflegt wurde, bezüglich der Zusammensetzung der Körper gelehrt und geglaubt wurde.

Eine Erweiterung dieser Lehren bilbet sich gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts aus. Solche Träger chemischer Eigenschaften, wie man sie unter der Bezeichnung Quecksilber und Schwefel als Grundbestandtheile der Metalle angenommen hatte, nimmt man auch in anderen Körpern zur Erklärung des chemischen Verhaltens derselben an; den zwei eben genannten Grundbestandtheilen gesellt man noch einen dritten hinzu, und was man unter den beiden ersteren versteht ändert sich etwas. Diese Erweiterung der Ansichten über die chemische Grundmischung der Körper scheint sich langsam vorbereitet zu haben. Eines, wenn nicht dem dreizehnten, doch wohl dem vierzehnten Jahrhundert angehörigen Ausspruches, daß Quecksilber und Schwefel die Grundbestandtheile aller Körper und nicht nur der Metalle seien, wurde soeben gedacht. Andererseits geht ebensoweit die Bezeichnung „Salz“ für das Feuerbeständige in einigen Körpern zurück, und jetzt noch erinnern uns einzelne, nicht ganz außer Gebrauch gekommene Benennungen an die ältere Bedeutung jener Bezeichnung, wie z. B. die bereits in jener Zeit sich findende des bei dem Calciniren des Weinstein's Feuerbeständigen als *Sal tartari*; bei einem an das Ende des vierzehnten Jahrhunderts gesetzten alchemistischen Schriftsteller, Jaak dem Holländer, ist die Rede von dem salzigen und erdigen Grundbestandtheile der Metalle. Aber in bestimmterer Weise findet sich die Ansicht, daß alle Körper aus drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz bezeichneten Grundbestandtheilen zusammengesetzt seien, wohl zuerst in einzelnen der Schriften gelehrt, als deren Verfasser *Vasilius Valentinus* genannt wird.

Auch noch in Beziehung auf diese Schriften und namentlich über die Zeit ihres Verfassers (welcher sich selbst als Deutschen zu erkennen giebt) herrscht Unsicherheit; am Wahrscheinlichsten ist, daß sie gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts geschrieben worden seien. Merkwürdig sind diese Schriften durch den Nachweis von Fortschritten in der Kenntniß chemischer Präparate (die Darstellung vieler, u. a. der Salzsäure wird in ihnen zuerst gelehrt) und in der empirischen Kenntniß chemischer

Vorgänge überhaupt; merkwürdig ist die erfolgreiche Beschäftigung mit der Umwandlung Eines Rohmaterials (des Grauspießglanzerzes) in die verschiedenartigsten Substanzen, wie sie der „Triumphwagen des Antimonii“ bezeugt: eine Monographie, welche für jene Zeit einzig dasteht. Wir haben uns hier zu beschränken auf die Kenntnißnahme Dessen, was diese Schriften (ich nenne die theilweise so weitschweifigen Titel der einzelnen nicht) über die Zusammensetzung der Körper im Allgemeinen lehren. Auch bei Basilius Valentinus findet sich noch Bezugnahme auf die Aristotelischen Elemente und Anerkennung, daß aus diesen die Grundbestandtheile der Körper bestehen. Als solche Grundbestandtheile werden aber bei ihm drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz bezeichnet angenommen, ausdrücklich als die Körper aller Naturreiche zusammensetzend, und für die verschiedenen Körper desselben Reiches, z. B. für die verschiedenen Metalle wird wiederum gesagt, die Ungleichheit des Zusammensetzungsverhältnisses sei die Ursache ihres verschiedenen Verhaltens. Bestimmter als früher wird darauf aufmerksam gemacht, daß die mit den eben angegebenen Namen bezeichneten Grundbestandtheile keineswegs mit den eben so benannten darstellbaren Substanzen (dem metallischen Quecksilber, dem gewöhnlichen Schwefel, dem gemeinen Salz) identisch seien. Weniger bestimmt, als dies im sechszehnten Jahrhundert geschah, wird angegeben, für welche Eigenschaften jeder der angenommenen Grundbestandtheile Repräsentant sei; mit der Brennbarkeit wird hier auch noch die Farbe als auf dem Gehalte an j. g. Schwefel beruhend betrachtet; undeutliche Hinweisung darauf findet sich, daß die Bezeichnung Quecksilber auf Das gehe, was nicht brennbar aber flüchtig ist, und daß das als Salz bezeichnete das Feuerbeständige sei und in dem Gehalt an ihm die Befähigung zur Annahme des starren Zustandes liege.

---

So weit war die Chemie in ihren Auffassungen über die Zusammensetzung der Körper innerhalb der Zeit gekommen, in

welcher sie nur als Alchemie betrieben wurde. Aber jetzt tritt ein Wendepunkt in der Richtung ein, welche in der Beschäftigung mit Chemie zu verfolgen man beabsichtigt: nicht mehr die Metallveredlung sondern die Heilung der Krankheiten ist die Aufgabe, welche zu lösen die Chemie bestimmt sein soll und um deren Lösung willen jetzt die letztere vorzugsweise bearbeitet wird. Dieser Uebergang in den Ansichten über das eigentliche Ziel der Erwerbung und Förderung chemischer Kenntnisse erfolgt nicht plötzlich, sondern gegen das Ende des Zeitalters der Alchemie, welches uns bisher beschäftigte, tritt schon die Chemie der Heilkunde näher und näher, und innerhalb eines großen Theiles des nun zu betrachtenden Zeitalters der medicinischen Chemie bleibt die Berechtigung der alchemistischen Bestrebungen noch anerkannt. Oben (S. 18) wurde bereits daran erinnert, wie in dem Mittelalter an die Möglichkeit geglaubt wurde, daß mittelst chemischer Kunstgriffe eine Substanz bereitet werden könne, deren Gebrauch die Gesundheit wiedergebe, das Leben verlängere. Eine engere Beziehung zwischen der Medicin und der Chemie wurde dadurch eingeleitet, daß für viele neu entdeckte chemische Präparate kräftige Heilwirkungen erkannt oder gepriesen wurden. Mehr als irgend früher findet sich die Bereitung chemischer Präparate um der arzneilichen Anwendung der letzteren willen bei Basilianus Valentinus gelehrt, welchem jedoch immer noch die Verwandlung unedler Metalle in edle, die Darstellung des Steins der Weisen als das Ziel vorschwebte, das der Chemie eigentlich vorgesteckt sei. So war eine Verschmelzung der Chemie mit der Medicin vorbereitet; in der ersten Hälfte des sechszehnten Jahrhunderts wird sie durch Paracelsus verkündigt und bei Vielen zur Geltung gebracht.

Paracelsus (1493—1541) trat als Reformator der Heilkunde auf durch Bekämpfung der Autorität, welche von den Vertretern dieser Wissenschaft den Lehren des Galen und der Demselben folgenden Araber immer noch und ausschließlich zuerkannt wurde, durch das Geltendmachen der Berechtigung zu selbststän-

digen Ansichten, durch das Hindrängen zu der Benützung Dessen, was die Naturforschung lehre. Unter den Naturwissenschaften war es namentlich die Chemie, welche er als für die Heilkunde wichtig ansah; chemische Vorstellungen lagen wesentlich den Ansichten zu Grunde, die er über die Ursache und die Heilung der Krankheiten aussprach, und in der Bereitung von Heilmitteln sah er die hauptsächlichste Aufgabe der Chemie, welche er indessen auch noch als die Mittel zur Metallverwandlung gebend betrachtete. Dadurch, wie Paracelsus die Chemie aus der ausschließlich alchemistischen Richtung in den engsten Verband mit der Medicin brachte, leitete er auch für die erstere Wissenschaft ein neues Zeitalter ein; nicht dadurch, daß er in der Chemie selbst neue Lehrmeinungen aufgestellt hätte. Denn der Kern von Paracelsus' Lehren über die chemische Zusammensetzung der Körper lehnt ganz an die Vorstellungen an, welche als in des Basiliius Valentinus Schriften enthalten bereits erörtert wurden.

Aus drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz bezeichneten Grundbestandtheilen sind auch nach Paracelsus alle Körper zusammengesetzt, und auch bei ihm steht diese Lehre nicht als eine der Aristotelischen entgegengesetzte da, sondern jene drei Grundbestandtheile sollen allerdings in einem, uns freilich nicht verständlichen Zusammenhange mit den vier Elementen stehen. Aber ungleich bestimmter, als Dies früher geschehen war, sprach sich Paracelsus darüber aus, welche chemischen Eigenschaften durch jene Grundbestandtheile repräsentirt seien, das Vorhandensein welches chemischen Verhaltens in der Annahme des Gehaltes an dem einen oder dem anderen derselben seinen Ausdruck finde. Wenn er (in dem *Opus paramirum* 3. B.) behauptet, daß in die Zusammensetzung jedes Körpers Schwefel, Quecksilber und Salz eingehen und unsichtbar darin enthalten seien, so fügt er auch hinzu, wie diese drei Bestandtheile zur Anschauung gebracht werden können: bei dem Brennen eines Körpers zeige sich der Gehalt desselben an i. g. Schwefel, denn nur dieser sei brennbar; was wegrauche, sei das i. g. Quecksilber, denn nur diesem Be-

standtheile komme die Eigenschaft zu, im Feuer ohne zu verbrennen zu entweichen; und in dem Rückstande von der Verbrennung oder in der Asche habe man den als Salz bezeichneten Bestandtheil. In gewissem Sinne sich gemeinsam Verhaltendes wurde unter Einer Benennung zusammengefaßt, und das Begabtfeln mit gemeinsamer Eigenschaft als auf dem Gehalt an demselben Bestandtheile beruhend betrachtet. Wie sich die Körper bei Einwirkung des Feuers in dreifach verschiedener Weise verhalten, ließ zunächst die drei Grundbestandtheile, jeden als Träger einer besonderen Art des Verhaltens, unterscheiden; in zweiter Linie wurden noch andere Eigenschaften als auf dem Gehalt an diesen Bestandtheilen beruhend hingestellt: das Wachsthum der Körper als auf dem an s. g. Schwefel, der flüssige Zustand als auf dem an Quecksilber, der starre Zustand als auf dem an Salz. Dreierlei einfachere Substanzen: Brennbares, unzerseht Verflüchtigbares und Feuerbeständiges, existiren nach dieser Lehre; mit den eben angegebenen Namen werden sie bezeichnet, in welchem Körper sie sich auch vorfinden oder aus welchem Körper sie bei chemischer Veränderung desselben zum Vorscheine gebracht werden können. In diesem Sinne wird behauptet, daß alle Körper, mineralische, vegetabilische und animalische, aus schwefeligen, quecksilberigen und salzigem Bestandtheile zusammengesetzt seien. Nicht aber ist Das, was unter der Bezeichnung Schwefel oder Quecksilber u. s. w. hier als Bestandtheil angenommen wird, immer ganz dasselbe oder mit dem für sich Darstellbaren gleichen Namens (dem gemeinen Schwefel u. s. w.) identisch. Eine gewisse Verschiedenartigkeit Dessen, was mit demselben Namen zu bezeichnend als in den verschiedenen Körpern enthalten anzunehmen sei, wurde ausdrücklich zugestanden; vielfältig sei das als Schwefel, das als Quecksilber, das als Salz Benannte in den verschiedenen Körpern, ungleich in den verschiedenen Mineralien z. B., ungleich selbst in den verschiedenen Theilen des menschlichen Körpers. Denn auch der menschliche Körper ist nach Paracelsus aus diesen drei Grundbestandtheilen zusammengesetzt, und dazu, daß nun die Chemie und die

Medicin verschmelzen, trägt die Aufstellung der Lehre wesentlich bei, die Gesundheit des Organismus beruhe auf normalem Gehalt an diesen Bestandtheilen, Krankheit auf einer Abänderung des normalen Verhältnisses derselben.

Was Paracelsus über die Beziehungen zwischen der Heilkunde und der Chemie, was er über die chemischen Grundbestandtheile der Körper lehrte, fand viele Anhänger, viele Gegner. Den, lange sich hinziehenden Streit zwischen beiden Parteien verfolgen wir nicht; nur was die Stellung und die Entwicklung der Chemie in der zunächst auf Paracelsus folgenden Zeit bezeichnet, ist hier hervorzuheben. — Die Chemie wird jetzt, und bis gegen das Ende des sebzehnten Jahrhunderts, vorzugsweise in der Richtung bearbeitet, daß sie der Heilkunde diene: sei es in engerer Verknüpfung mit dieser Wissenschaft unter Anerkennung der Paracelsischen Aussprüche oder unter Zugrundelegung anderer Ansichten darüber, daß die Gesundheit, die Krankheiten, die Heilung des menschlichen Körpers wesentlich durch chemische Verhältnisse und Vorgänge bedingt und auf Grund chemischer Betrachtungen richtig aufzufassen seien, sei es in looserem Verbande, sofern die Chemie zunächst als eine Hülfs-wissenschaft für die Medicin angesehen wurde: als die Kunst, wirksame Arzneien zu bereiten. Außer nach dieser, vorzugsweise eingehaltenen Richtung findet die Chemie in jener Zeit aber auch noch nach anderen Richtungen Bearbeitung und Pflege: so namentlich in der technisch-chemischen, und auch noch in der früher so beharrlich eingehaltenen als Alchemie. — Was die Zusammensetzung der Körper betrifft, bleibt den Paracelsischen Lehren auch noch bis an das Ende des oben angegebenen Zeitraumes Geltung; aber wiederum nicht ausschließliche. Andere Ansichten darüber, welche Bestandtheile als letzte im chemischen Sinne anzuerkennen seien, werden auch aufgestellt; oder es tritt selbst die Frage, welche Grundbestandtheile die verschiedenen Körper zusammensetzen, gegen die zurück, welche Substanzen als vorzugsweise chemisch-wirksame namentlich für das Verhalten des mensch-

lichen Organismus im gesunden und im kranken Zustand in Betracht zu ziehen seien.

Für das f. g. Zeitalter der medicinischen Chemie, welches durch Paracelsus eingeleitet sich bis gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts erstreckt, findet sich also nicht mehr eine solche Gleichförmigkeit der Ansichten über die Richtung, in welcher die Chemie zu bearbeiten sei, und darüber, was bezüglich der Zusammensetzung der Körper für wahr zu halten sei, wie sie für das f. g. Zeitalter der Alchemie, von Geber bis vor Basilius Valentinus, geherrscht hatte. Eine größere Mannichfaltigkeit der Richtungen und Meinungen zeigt sich jetzt, im Zusammenhange damit, daß die Zahl Derjenigen, welche sich mit Chemie beschäftigen, eine ungleich größere ist als früher; vergrößert ist jetzt diese Zahl namentlich dadurch, daß der Glaube an Das, was die Chemie für die Heilkunde zu leisten vermöge, Viele neben der letzteren zugleich der ersteren sich zuwenden läßt. Aber nur für wenige, besonders hervorragende Repräsentanten der Chemie aus jener Zeit ist kurz anzugeben, welchen Richtungen sie folgten und was sie über die Zusammensetzung der Körper lehrten.

Unter den Zeitgenossen des Paracelsus war Einer ausgezeichnet durch seine Kenntnisse in der Chemie, namentlich soweit die letztere für die Metallurgie und die Probirkunst Bedeutung hat: der Deutsche W. Agricola (1490—1555). Aber des Paracelsus Lehre fand bei Agricola keine Beachtung, und selbst Das, aus was jene Lehre hervorgegangen war: die ältere Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle aus zwei als Schwefel und Quecksilber bezeichneten Bestandtheilen, bestritt Agricola, welcher, auch was die Ursache der Verschiedenartigkeit der Körper und chemischer Veränderungen derselben betrifft, nur die Aristotelischen vier Fundamentalqualitäten und vier Elemente in Betracht zog.

Wie Viele dann auch im sechszehnten Jahrhundert sich zu des Paracelsus Lehre über die Zusammensetzung der Körper aus den drei f. g. chemischen Principien (Schwefel, Quecksilber

und Salz) bekannten: nicht Einer war unter ihnen, welcher die Chemie so gefördert oder in solcher Weise selbstständig vertreten hätte, daß seiner in dieser rascheren Uebersicht der früheren chemischen Leistungen und Ansichten auch nur etwas eingehender zu gedenken wäre. Und noch weniger Anlaß zu solcher Besprechung könnten uns aus jener Zeit Diejenigen bieten, welche jene Lehre und zugleich mit ihr das Hereinziehen der Chemie in die Medicin überhaupt bekämpfend den Fortschritten der ersteren mehr feindlich als fördernd waren.

Was an chemischem Wissen bis zu dem Ende des sechszehnten Jahrhunderts erlangt war, besaß der Deutsche *N. Libavius* (er starb 1616) in umfassenderer Weise, als irgend einer seiner Zeitgenossen, und unübertroffen war damals, wie er dieses Wissen in seinen zahlreichen Schriften zusammenstellte. *Libavius'* chemische Kenntnisse sind zum weitaus überwiegenden Theile von Früheren her ihm überkommen, hat gleich er mannichfaltige neue Wahrnehmungen dem schon vor ihm Bekannten hinzugefügt. Und weniger finden wir bei ihm neue chemische Lehren behauptet, oder bereits aufgestellte selbstständig beurtheilt und vertreten, als vielmehr frühere Ansichten wiedergegeben, und zwar verschiedene, ohne daß den einen consequent der Vorzug vor den andern zuerkannt würde. Die vorwaltende Richtung jener Zeit spiegelt sich darin, wie auch *Libavius* die Chemie als zunächst zu der Medicin in Beziehung stehend betrachtet. Sein als *Alchemia* betiteltes, 1595 zuerst veröffentlichtes Werk, welches als das erste eigentliche Lehrbuch der Chemie zu betrachten ist, lehrt die Chemie als die Kunst kennen, heilkräftig wirkende Präparate darzustellen; und ausdrücklich wird hier gesagt, daß jetzt die Chemie vorzugsweise der Heilkunde diene, während sie sich vorher hauptsächlich den auf Metalle bezüglichen Arbeiten zugewendet habe. Aber auch die frühere Richtung der Chemie ist in *Libavius'* Werken noch vertreten: die Alchemie im Sinne als Metallveredlungskunst, bald vorzüglicher beurtheilt, bald ausdrücklich anerkannt. Und was die Frage betrifft, auf was die Ungleichartigkeit der verschiedenen Körper beruhe, so finden sich gleichfalls bei *Libavius*

neuere und ältere Auffassungen vorgeführt: in verschiedenen Schriften, oder selbst in verschiedenen Theilen derselben Schrift, bald die Darlegung der Paracelsischen Lehre, daß drei, als Schwefel, Quecksilber und Salz bezeichnete Principien alle Körper zusammensetzen, bald die Zustimmung zu der älteren Ansicht, nach welcher die Metalle nur zwei, als Schwefel und Quecksilber bezeichnete Grundbestandtheile in sich enthalten, bald Bezugnahme auf die Aristotelischen Elemente und Fundamentalqualitäten.

*Libavius* entschied sich nicht für Eine dieser verschiedenen Ansichten, welche er hinstellte, als ob sie neben einander anzuerkennende wären. Die Meisten, welche damals sich mit der Chemie um ihrer Beziehungen zu der Medicin willen beschäftigten, waren weniger zurückhaltend und erklärten sich für die Paracelsische Lehre von den drei Grundbestandtheilen als für die, welche allein richtige Auskunft über die chemische Zusammensetzung der Körper gebe. Diese Lehre war die vorzugsweise angenommene bei Denen, welche in den ersten Decennien des siebenzehnten Jahrhunderts die Chemie in einer oder der anderen Richtung Fortschritte machen ließen; aber nicht so erheblich waren diese Fortschritte, nicht von solcher Wichtigkeit für die Entwicklung unserer Wissenschaft die Leistungen jener Anhänger der Paracelsischen Lehre, daß hier bei der Besprechung Einzelner zu verweilen wäre.

An Einen Mann, welcher in der ersten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts wirkte, ist jedoch hier ausdrücklich zu erinnern: an den Niederländer *J. B. van Helmont* (1577—1644). Dazu veranlaßt, was ihm die Chemie an Erweiterung ihrer Kenntnisse und Ansichten verdankt, dazu namentlich auch, wie er der damals herrschenden Paracelsischen Lehre über die Grundbestandtheile der Körper widersprach. — *Van Helmont* gehört dem Zeitalter der medicinischen Chemie danach ganz an, wie bei ihm medicinisches und chemisches Wissen vereinigt war, wie er physiologische und pathologische Erscheinungen vielfach auf chemische

Vorgänge zurückzuführen suchte, wie er von der Chemie die Bereitung heilkräftig wirkender Präparate erwartete und als höchste Leistung die Darstellung eines von ihm geträumten allgemeinen Auflösungsmittels (des s. g. Alkafestes), welches auch das wirksamste Heilmittel sei. Mit mancherlei neuen Wahrnehmungen hat er die Chemie bereichert; wir gedenken hier nur der Leistungen, welche als besonders bedeutende über Das hinausführten, was man vor ihm gewußt und geglaubt hatte. — Bei ihm findet sich die erste Kenntniß der Existenz von Gasen: luftförmiger Körper, welche nach ihren Eigenschaften von der gewöhnlichen Luft sowohl als von Dämpfen verschieden seien; bei ihm findet sich die Beweisführung, daß gewisse Körper und namentlich die Metalle in den Producten der Einwirkung anderer Substanzen auf sie noch ihrer ganzen Natur nach enthalten seien, und damit ein damals so nöthiger Beitrag zur Erkenntniß des Begriffes einer chemischen Verbindung; bei ihm begegnen wir einer Beachtung quantitativer Verhältnisse — daß z. B. das Gewicht gewisser Substanzen bei dem Eingehen in chemische Verbindungen und nachherigem Wiederauscheiden aus denselben ungeändert bleibe —, wie sie vor ihm kaum je versucht worden war, wie sie nach ihm zu den wichtigsten Folgerungen geführt hat. — Mit Entschiedenheit erklärte sich van Helmont dagegen, daß die drei als Schwefel, Quecksilber und Salz bezeichneten Principien die Grundbestandtheile aller Körper seien. Er hob hervor, daß die Einwirkung der Hitze, bei welcher nach der Lehre des Paracelsus diese Principien zur Anschauung kommen sollen, keineswegs immer die einfacheren Substanzen von einander scheide, welche als Bestandtheile der Körper in diesen existirten, sondern oft neue Substanzen entstehen lasse; er machte geltend, wie mannichfaltig die Substanzen sind, welche aus verschiedenen Körpern zum Vorschein gebracht nach jener Lehre unter derselben Bezeichnung begriffen und als dasselbe Princip repräsentirend betrachtet werden, und daß diese Mannichfaltigkeit und Veränderlichkeit jedes jener drei Principien dem Begriff eines Grundbestandtheiles widerspreche. Aber mit gleicher Be-

stimmtheit sprach sich van Helmont auch gegen die Lehre des Aristoteles aus, wie diese damals aufgefaßt zahlreiche Anhänger hatte: daß in den verschiedenen Körpern vier, als Feuer, Wasser, Luft und Erde bezeichnete Substanzen als einfachste Bestandtheile enthalten seien. Er bekämpfte die Ansicht, daß Feuer etwas Materielles sei und als solches in die Zusammensetzung von Körpern eingehen könne; er bestritt, daß das als Erde bezeichnete als Element zu betrachten sei. Luft und Wasser ließ er als die wahren Elementarstoffe gelten, und namentlich das Wasser betrachtete er als einen sehr verbreiteten, in die Mischung der verschiedenartigsten Körper — der mineralischen ebenso wohl als der vegetabilischen und der animalischen — eingehenden Grundstoff.

Van Helmont's Bekämpfung der Paracelsischen Lehre, welche Grundbestandtheile in den verschiedenen Körpern anzunehmen seien, führte indessen nicht zu der Beseitigung derselben. Diese Lehre erhielt sich vielmehr noch, unverändert oder selbst in Versuchen weiterer Ausbildung bei Vielen; sie blieb noch immer eine der herrschenden Lehren, in einer Zeit, in welcher auch andere ältere Auffassungen und in welcher auch neue Ansichten über die letzten Bestandtheile der Körper Vertretung fanden. Solche Mannichfaltigkeit der Ansichten über diesen Gegenstand in dem siebenzehnten Jahrhundert hängt damit zusammen, in wie verschiedenartigen Richtungen damals die Beschäftigung mit Chemie sich bewegte. Wohl fand um die Mitte dieses Jahrhunderts die Chemie ganz besonders in der Verknüpfung mit der Heilkunde Pflege und Ausbildung. Aber noch glaubten Viele daran, daß das Ziel der Alchemie ein erreichbares sei; die technische Chemie, welche sich früher auf Metallurgie fast beschränkt hatte, machte Fortschritte auch außerhalb dieses Gebietes; und neben der Verbreitung und Erweiterung chemischer Kenntnisse um der Anwendungen und der Nützlichkeit willen, welche sie nach so verschiedenen Zeiten hin versprochen, kamen in jener Zeit auch schon mehr und mehr Arbeiten und Betrachtungen, wenn gleich noch vereinzelt, zu Tage, welche in reinem naturwissenschaftlichem Streben unternommen und dargelegt sind. —

Beschäftigung mit Chemie nach sehr verschiedenen Richtungen zeigt uns in jener Zeit, als hier nicht zu übergewöhnlicher Repräsentant derselben, der Deutsche J. R. Glauber (1603 o. 1604 — 1668). In seinen Schriften findet sich noch die alchemistische Tendenz früherer Jahrhunderte vertreten, aber auch das Bestreben, heilkräftige chemische Präparate darzustellen, und das Bemühen, von der Chemie durch Anwenden derselben auf die Gewerbe Nutzen zu ziehen. Erhebliche Förderung verdankt ihm dabei auch die Chemie an sich: durch die Construction zweckmäßigerer Apparate, durch das Erfinden besserer Bereitungsmethoden für wichtige Substanzen, durch die Darstellung neuer Verbindungen und besonders noch durch die richtigere Auffassung des chemischen Verhaltens verschiedener Körper und die Vorbereitung einer Erklärung für dasselbe darin, wie er sich über die chemische Verwandtschaft, die Wirkungen der einfachen und der doppelten Wahlverwandtschaft ausgesprochen hat. Wohl hat er auch für die Erkenntniß der Zusammensetzung einzelner Verbindungen (mehrerer Salze, der später s. g. Chlormetalle z. B.) sich zu einer Einsicht erhoben, wie sie für seine Zeit nur immer möglich, wie sie dann eine länger festgehaltene war. Aber zur Berichtigung der Vorstellungen darüber, was die entferntesten Bestandtheile der Körper seien, trug er Nichts bei; wenig consequent sprach er in einer seiner Schriften von Schwefel, Quecksilber und Salz als den Principien aller Metalle, in einer anderen davon, daß wesentlich das Salz der Urstoff aller Dinge sei, in wieder einer anderen davon, daß alle Metalle und Mineralien aus Wasser und Erde ihren Ursprung nehmen.

An des Paracelsus Lehre über die Grundbestandtheile der Körper hielten im siebzehnten Jahrhundert immer noch vorzugsweise Viele fest: entweder ganz im Einklange mit ihr die Zusammengesetztheit aller Körper aus drei, als Quecksilber, Schwefel und Salz zu bezeichnenden Principien anerkennend oder der Annahme dieser Principien noch die einiger anderer hinzuzufügend. Ungeändert fand diese Lehre zu van Helmont's Zeiten in Deutschland an D. Sennert (1572—1637) einen

namhaften Vertreter, und in den verschiedenen Ländern, in welchen man sich damals mit dem Studium der Chemie beschäftigte, auch nachher noch zahlreiche Anhänger. Etwas erweitert nur, nicht im Wesentlichen abgeändert, wurde diese Vorstellung, als nach der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts durch den Engländer Th. Willis (1621—1675), dann durch die Franzosen N. Lefebvre (gestorben 1674) und N. Lemeray (1645—1715) u. A. die Behauptung aufgestellt und verbreitet wurde, daß nicht drei sondern fünf Principien existiren, als die Grundbestandtheile, aus welchen alle Körper zusammengesetzt seien und in welche dieselben zerlegt werden können: Quecksilber oder Weist, Schwefel oder Del, Salz, Wasser oder Phlegma, und Erde; die drei ersten, länger schon angenommenen als *s. g. active*, die zwei letzten als *s. g. passive* Principien. — Namentlich das Ansehen, welches Lemeray bei den Chemikern sich gewann, ließ der so erweiterten Paracelsischen Lehre, gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts und noch über dasselbe hinaus, bei Vielen Anerkennung zu Theil werden: sein Ansehen, welches sich auf selbstständige und umfassende Bekanntschaft mit Dem gründete, was damals in unserer Wissenschaft an Thatsächlichem gefunden war; auf der Erfassung lecker Ansichten darüber, wie viele von diesen Thatsachen aus Hypothesen über die Gestalt und die Bewegung der kleinsten Theilchen der verschiedenen Substanzen erklärbar seien, zusammen mit der auch ihm zusagenden Vorstellung über die in den Körpern enthaltenen Grundbestandtheile; auf der in jener Zeit die Meisten befriedigenden Darlegung der Thatsachen und der Theorien, wie sie sein *Cours de chymie* gab, das Lehrbuch, welches während längerer Zeit unzählig Viele in das Studium der Chemie einführte. Häufig noch ganz an Paracelsus' Aussprüche erinnernd sind die Lehren, welche er als die gemeinhin angenommenen bezüglich der Grundbestandtheile der von der Natur dem Chemiker zur Untersuchung gebotenen Körper hinstellt: der Bestandtheile, von welchen er weder behauptet, daß sie im ganz reinen Zustande dargestellt werden können, noch, daß sie überhaupt nicht weiter zerlegbar seien, sondern nur, daß man nach dem bezüglich der

Zerlegung der verschiedenen Körper Erkannten zu ihrer Annahme genügende Veranlassung habe und daß sie die Grenzen der für die Hülfsmittel der Chemiker zu erreichenden Zerlegung abgeben. Von den fünf Grundbestandtheilen, welche die Untersuchung der Naturkörper in denselben habe erkennen lassen, sei das geistige Princip, auch als Quecksilber bezeichnet, ganz besonders subtil, zu lebhaftester Bewegung geneigt, das Wachsthum der Körper bedingend, aber auch die leichtere Verderbniß derselben, namentlich der thierischen und der pflanzlichen, veranlassend; das ölige Princip, auch als Schwefel bezeichnet, sei eine weniger flüchtige, milde und fettige Substanz, auf welcher die Brennbarkeit beruhe und welche auch die Farbe, den Geruch u. a. bedingen solle; das salzige Princip — welches übrigens nach dreierlei Art: als fives, als flüchtiges und als wesentliches Salz unterschieden werde — sei schwerer, als die beiden vorhergehenden, gebe den Körpern ihre Consistenz und Schwere, bewahre sie vor Fäulniß, und darauf, wie es in ihnen gemischt sei, beruhe auch, wie sie schmecken. Diese drei Principien seien in lebhafter, wenn auch ungleicher Bewegung und bedingen dadurch die Wirkungen oder hervorstechenden Eigenschaften der Körper; sie werden deshalb als active benannt, im Gegensatz zu den zwei mehr ruhenden und den Einfluß der ersteren mäßigenden s. g. passiven Principien: dem wässerigen (das auch als Phlegma bezeichnet wird) und dem erdigen. Immer noch war es die Einwirkung der Hitze auf verschiedene Körper, namentlich organische, und das Auftreten verschiedener Substanzen bei derselben, was man mit der Annahme dieser Principien erklären wollte und was man als diese Annahme selbst begründend betrachtete. Das ölige oder schwefelige Princip, auf dessen Vorhandensein in einem Körper die Brennbarkeit desselben beruhe, trete bei der Verbrennung aus, und der hierbei bleibende Rückstand lasse erkennen, was mit ihm in die Zusammensetzung des Körpers einging; auch bei der Verkalkung von Metallen durch Feuer finde eine Ausscheidung der in denselben enthaltenen schwefeligen Theile statt, neben welchen für die unedlen Metalle auch noch

Erbiges, Salziges und manchmal selbst Quecksilber als Bestandtheile genannt werden. Die Gewichtszunahme, welche bei der Verkalkung der Metalle statt hat, wird, in Uebereinstimmung mit einer damals sehr verbreiteten und von uns später noch einmal zu berücksichtigenden Ansicht als durch Absorption von wägbarer Feuermaterie verursacht betrachtet; wie denn auch mehrerer anderen, von L<sup>e</sup> mery gelehrt und für seine Zeit charakteristischen Vorstellungen besser erst in einem weiterhin zu gebenden Ueberblick über die Ausbildung der chemischen Kenntnisse vor der Erweiterung derselben durch Lavoisier zu gedenken sein wird.

---

## Die Entwicklung der Chemie von Boyle bis vor Lavoisier.

Die Annahme solcher Principien, wie sie im Vorhergehenden besprochen wurden, als der Grundbestandtheile der Körper sollte das chemische Verhalten der letzteren repräsentiren und erklären; bei den Chemikern war diese Annahme, in der auf eine kleinere Zahl von Principien beschränkten älteren oder in der auf eine größere Zahl erweiterten neueren Gestaltung, vorzugsweise in Geltung. Auch für die Erklärung physikalischer Eigenschaften der Körper wurde jene Annahme von den Chemikern benutzt. Aber unter denen, welche im siebenzehnten Jahrhundert die Physik in hergebrachter Weise tractirten, fand die Aristotelische Lehre von den vier Elementen und den vier Fundamentalqualitäten, in der Art, wie sie das Mittelalter aufgefaßt hatte, noch zahlreiche Anhänger, so daß bei diesen Physikern als Grundlage der Erklärung der Eigenschaften der Körper noch die Vorstellungen darüber festgehalten wurden, daß die Eigenschaften der Körper durch das Eingehen dieser Elemente in die Zusammensetzung derselben bedingt seien. Von wenig Erfolg für die Beseitigung dieser Lehren war die Bekämpfung der einen und der anderen durch van Helmont gewesen, welcher zudem an der Stelle derselben bezüglich der Grundstoffe der Körper Ansichten aufstellte, die kaum als einen Fortschritt in der Erkenntniß der Elementarzusammensetzung der Körper bezeichnend betrachtet werden können. Erfolgreicher war die Beseitigung dieser früheren Lehren durch den Britten N. Boyle (1627—1691) gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts: die lichtvolle Dar-

legung seiner Zweifel bezüglich der Gültigkeit der Versuche, welche bis zu seiner Zeit als dafür sprechend angeführt wurden, daß die als Salz, Schwefel und Quecksilber bezeichneten Principien die wahren Grundbestandtheile der Körper seien; die Erörterung, daß auch die Aristotelischen Elemente nicht als solche Grundbestandtheile anzusehen seien; die Widerlegung der althergebrachten Ansicht, daß die Einwirkung des Feuers in erster Linie dafür geeignet sei, zusammengesetzte Körper in die sie zusammensetzenden einfacheren Substanzen zu zerlegen; die Beweisführung, daß die Hitze je nach der verschiedenen Art der Einwirkung aus denselben Körpern ganz verschiedene Substanzen hervorbringen kann und daß, was hierbei zum Vorschein kommt, nicht nothwendig als Einfacheres in dem der Veränderung durch Hitze unterworfenen Körper präexistiren mußte, sondern auch etwas gerade durch sie erst neu Zusammengesetztes sein kann; die Hervorhebung, daß diese so lange vorzugsweise versuchte Art der Zerlegung bei der Anwendung auf gewisse Körper nicht einmal Resultate ergiebt, welche als eine Zusammensetzung derselben im Sinne der älteren chemischen Lehre anzeigend zu deuten wären; die Erkenntniß endlich, daß auch andersartige Einwirkungen, und dann mit anderen Erfolgen, aus den Körpern die in ihnen enthaltenen Bestandtheile abscheiden. Boyle war es, welcher in bestimmtester Weise Dem widersprach, daß für die Substanzen, welche als die der Chemie erkennbaren letzten Bestandtheile der Körper anzusehen seien, die Anzahl mit solcher Bestimmtheit, wie es bis dahin immer geschehen war, angegeben werden könne; als solche Bestandtheile seien vielmehr alle diejenigen Substanzen zu betrachten, die, selbst nicht weiter zerlegbar, durch Zerlegung von Körpern ausgeschieden und aus welchen die Körper wieder zusammengefügt werden können. Bezüglich der Frage, auf was die Verschiedenheit der für die Chemie nicht weiter zerlegbaren Substanzen beruhe, erachtete Boyle allerdings Vermuthungen als zulässig, und für wahrscheinlich hielt er, daß sie aus einer und derselben Urmaterie bestehend verschieden seien auf Grund der ungleichen Größe, Gestalt u. A.

ihrer kleinsten Theilchen. Für solche Substanzen, die in die Mischung zusammengesetzterer Körper eingehen, z. B. für einzelne Metalle, hob er hervor, wie sie in die mannigfaltigsten Verbindungen übergeführt aus denselben wieder unverändert abgeschieden werden können; für solche Substanzen, habe man gleich Grund zu der Vermuthung, daß sie selbst noch zusammengesetzt seien, machte er geltend, daß sie bei der Untersuchung der sie enthaltenden Körper wie wirklich elementare betrachtet werden können. Durch die Aeußerung und Begründung berartiger Ansichten und damit in Verknüpfung stehender anderer, welche die Zusammensetzung der Körper betreffen, hat Boyle den Grund gelegt, auf welchem später richtige Erkenntniß dieses Gegenstandes sich ausbildete: durch die Unterscheidung einfacherer und zusammengesetzterer Bestandtheile in chemischen Verbindungen, und von Verbindungen verschiedener Ordnung je nach dem Grade der Zusammengesetztheit derselben; durch die Auffassung einer chemischen Verbindung als eines zusammengesetzteren, mit neuen Eigenschaften ausgestatteten Körpers, in welchem aber doch die Bestandtheile noch fortexistiren; durch die Vorstellung, daß eine Verbindung auf inniger Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen der Bestandtheile beruhe und daß Zerfetzung durch einen anderen Körper dann eintrete, wenn die Natur der kleinsten Theilchen eine innigere Zusammenfügung zwischen denen dieses Körpers und denen eines Bestandtheiles der Verbindung zulasse, als zwischen den Bestandtheilen der letzteren. — Au das Verdienst, welches Boyle für solche allgemeinere Lehren sich erworben, ist hier zu erinnern: an dieses Verdienst, welches ihm zuzuerkennen ist, wenn auch bezüglich der relativen Zusammengesetztheit oder Einfachheit der verschiedenen Körper seine Meinung noch oft als durch die Irrthümer seiner Zeit fehlgeleitet erscheint und selbst starke Mißdeutungen experimentaler Ergebnisse (wie z. B., daß die Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen ein Zutreten von wägbarer Feuermaterie zu dem entstandenen Metallkalk beweise) gerade bei ihm Vertretung fanden und durch seine Autorität erhöhte Bedeutung für Viele gewannen.

Aber nicht etwa nur in Rücksicht darauf, wie die Zusammensetzung der Körper aufzufassen und wie die Erforschung dieser Zusammensetzung Erfolg versprechend zu versuchen sei, leitet Boyle ein neues, zunächst allerdings durch früher herrschend gewesene Ansichten noch stark beeinflusstes Zeitalter ein, sondern mehr noch durch die von ihm zuerst geltend gemachte richtige Erkenntniß, in welcher Richtung, zu welchem Zweck diese Erforschung eigentlich anzustreben sei. Vergewärtigen wir uns noch einmal, in der Verfolgung welcher Aufgaben man sich bis dahin ausschließlich oder vorzugsweise mit Arbeiten beschäftigt hatte, welche wir als auf der Chemie zugehörige Gegenstände bezügliche, chemisches Wissen vorbereitende oder fördernde zu betrachten haben. Das Problem der Alchemie war es gewesen, was zuerst und viele Jahrhunderte hindurch allein zu solchen Arbeiten veranlaßt hatte; der Nutzen, welchen die Chemie der Heilkunde in einer oder der anderen Beziehung gewähren könne, hatte dann, neben dieser Veranlassung oder an der Stelle derselben, dazu angetrieben, solchen Arbeiten obzuliegen, die bei ihnen gefundenen Thatfachen zu deuten und mit Dem, was sie überhaupt ergeben, sich bekannt zu machen. Bei der Beschäftigung mit Chemie in der alchemistischen und in der medicinisch-chemischen Richtung war die Kenntniß der Zusammensetzung verschiedener Körper, oder was man als solche Kenntniß ansah, eine wesentliche Bedingung dafür gewesen, das vorgesteckte Ziel als erreichbar zu betrachten, und ein nothwendiges Hülfsmittel für die Bestrebungen, sich demselben zu nähern. Was die Gewinnung dieses Hülfsmittels an Naturerkenntniß einschloß, war auch schon frühe erkannt und von Mehreren beachtet worden: von R. Bacon im dreizehnten Jahrhundert an, welcher die in dieser Richtung, um der Naturerkenntniß willen, zu behandelnde Chemie als die speculative Alchemie der eigentlichen Goldmacherkunst als der practischen Alchemie gegenüber gestellt hatte, bis zu N. Lesebvre im siebenzehnten Jahrhundert, welcher die reine Chemie als die philosophische von der medicinischen und der pharmaceutischen Chemie unterschied. Aber in Wirklichkeit

wurde die Chemie weit überwiegend nur um einer der Anwendungen willen betrieben, an welche jetzt noch einmal zu erinnern war: zuletzt vorzugsweise um der Bedeutung willen, welche sie für die Heilkunde habe. Viele Mediciner in der zweiten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts, wie namentlich J. de la Boë (1614—1672) und seine Anhänger, schenken der Chemie zunächst nur insofern Beachtung, als die normalen und die krankhaften Vorgänge im menschlichen Organismus wesentlich auf dem Verhältniß vorhandener chemisch-wirksamer Substanzen: saurer und alkalischer, beruhen sollten und eine richtigere Erfassung dieser Vorgänge durch den Besitz chemischer Kenntnisse bedingt sei. Und wenn auch N. Lemery in seinem Cours de chymie von diesem Zweige des Wissens einfach sagte: die Chemie sei die Kunst, welche lehre, die in einem in der Natur vorkommenden Körper enthaltenen Substanzen von einander zu scheiden, so ließ er doch darüber, welche Anwendung dieses Wissens er als den Erwerb desselben veranlassend voraussetzte, dadurch keinen Zweifel, daß er durch einen Zusatz zu jenem Titel seines Lehrbuchs dieses von vornherein und nur als für die in der Medicin gebräuchlichen (chemischen) Operationen Anweisung gebend hinstellte. Boyle war es, welcher hervorhob, wie bis dahin die Arbeiten der Chemiker durch die Verfolgung von Richtungen, welche an sich der Chemie fremde sind, beeinträchtigt waren und wie viel die letztere für Naturerkenntniß zu leisten berufen sei; er war Der, welcher zuerst in klarer Weise einsah und aussprach, daß die Chemie zunächst nur als ein Theil der Naturwissenschaft aufzufassen und zu bearbeiten sei. Mit Recht konnte er von den Früheren sagen, daß sie bei dem vorzugsweisen Bedachtsein auf die Erzielung von Resultaten, welche sich auf Metallveredlung beziehen oder der Heilkunde nützen sollten, die naturwissenschaftliche Untersuchung selbst von Naheliegenderem übersehen oder ver säumt hätten; mit Recht von sich, daß er versucht habe, nicht als Arzt oder Alchemist sondern als Naturforscher sich mit Chemie zu beschäftigen. Mit Boyle beginnt was wir — im weiteren Sinne — als die neuere Zeit der Chemie bezeichnen

können: diejenige Zeit, innerhalb deren für die Chemie die ihr jetzt noch zugesprochene Aufgabe anerkannt ist.

Es sind die hier hervorgehobenen Gesichtspunkte, unter welchen vorzugsweise Boyle als einer der erheblichsten Förderer der Chemie erscheint. Kürzer nur mag an andere Verdienste erinnert werden, welche er sich um unsere Wissenschaft erworben hat: daran, wie bei ihm zuerst ein Anlehnen der Chemie an die Physik sich findet, soweit die letztere Dies damals gestattete; wie die Beachtung quantitativer Verhältnisse bei ihm sich vorbereitete; was er für die Kenntniß der physikalischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft, und namentlich der Spannkraft derselben und der Beziehungen zwischen Volum und Druck, geleistet hat, und was er, in weniger befriedigender Weise, hinsichtlich der Mitwirkung der Luft bei der Verbrennung und dem Athmen zu erkennen bemüht war; was ihm die Wissenschaft an Beiträgen zur Bekanntschaft mit künstlich dargestellten Gasen verdankt, was für die Charakteristik wichtiger Gruppen von Körpern (wie z. B. der Säuren und der Alkalien), was für die analytische Chemie an Angaben über die für den Nachweis gewisser Körper geeigneten Reagentien. Bei allem Diesem, bei mehrerem Anderem verweilen wir aber hier nicht, wo es nur gilt, die Entwicklung der Chemie in früheren Zeiten in großen Zügen zu zeichnen.

Die Aufgabe, welche Boyle als die der Chemie zukommende proclamirt hatte, wurde nun unablässig bearbeitet: zunächst freilich noch nicht in völliger Ablösung von den Ansichten über die Zusammenfügung, welche bis dahin als begründete betrachtet worden waren. Namentlich tritt diese Beeinflussung durch frühere Ansichten bei Chemikern hervor, welche mit Boyle gleichzeitig waren: so unter den damals in Deutschland Thätigen, welche wir hier zuerst zu betrachten haben, bei Runkel und bei Becher. Beide erinnern an die vorausgegangene Zeit schon dadurch, wie sie noch von der Möglichkeit der Metallveredlung überzeugt und alchemistischen Bestrebungen ergeben waren; beide haben aber erheblichen Einfluß auf die Entwicklung

der Chemie ausgeübt: der eine vorzugsweise durch seine praktischen Arbeiten, der andere besonders durch die von ihm ausgesprochenen theoretischen Ansichten.

Es ist nicht hier der Ort, auch nur die wichtigeren unter den einzelnen Gegenständen aufzuzählen, zu deren Erkenntniß J. Runkel (1630—1703) durch unablässiges Laboriren und verständiges Beobachten den Anstoß gab oder beitrug. Aber als für den Zustand der Chemie zu seiner Zeit bezeichnend ist mindestens kurz anzudeuten, wie er, der alle bezüglich der Grundbestandtheile der Körper aufgestellten früheren Lehren als ungenügend verwarf, doch in Dem, was er selbst hierüber zu sagen mußte, so Manches von den Irrthümern dieser Lehren wiederbrachte. Die von Paracelsus angenommenen Bezeichnungen der f. g. chemischen Principien: Schwefel, Quecksilber und Salz, auf die ebenso benannten darstellbaren Substanzen: den gewöhnlichen Schwefel u. s. w., beziehend bestritt er allerdings, daß die mineralischen Körper aus jenen Principien zusammengesetzt seien, daß die Metalle Schwefel enthalten und daß Quecksilber in die Zusammensetzung der pflanzlichen und der thierischen Substanzen eingehe. Aber um so bemerklicher ist dann auch der Irrthum, wenn er behauptet, daß alle Metalle Quecksilber (und zwar gewöhnliches) als einen wesentlichen Bestandtheil enthalten: als einen näheren Bestandtheil, wie wir uns jetzt ausdrücken würden, sofern als eigentliche Grundstoffe der Körper bei ihm Wasser, Salz und Erde genannt werden. Confus und inconsequent sprach er sich darüber aus, wie die Verschiedenheit der Metalle durch die ungleiche Art und das ungleiche Verhältniß der für sie angenommenen Bestandtheile bedingt sei. Wenn er sich dagegen erklärte, daß jede Verbrennungsercheinung auf dem Vorhandensein von Schwefel beruhe, so lag Dem zu Grunde, daß er zwischen dem Grundbestandtheil, welchen man bis dahin unter der Bezeichnung Schwefel angenommen hatte, und dem gewöhnlichen Schwefel keine Unterscheidung machen wollte; daß in mineralischen und in anderen brennbaren Körpern (in dem Schwefel und in den Oelen z. B.) derselbe das Brennen bedingende Stoff enthal-

ten sei, wurde auch von Kunkel ausgesprochen und damit die Anerkennung des Princip's, welches so lange als schwefeliges bezeichnet worden war; aber ziemlich unbestimmt äußerte er sich über diesen bei ihm als Fettigkeit oder klebrige Materie benannten Stoff und die doch zu seiner Zeit bei Mehreren schon vorhandene Erkenntniß: daß die Verbrennung entzündlicher Körper und die Verkalkung von Metallen durch Feuer analoge Vorgänge seien, ist bei ihm keineswegs klar und bestimmt erfasst. Was auch Kunkel für die bessere Bekannthschaft mit einzelnen Körpern geleistet hat: genügendere Erklärungen der vorzugsweise wichtigen chemischen Vorgänge, als die vorher aufgestellten waren, und weiter führende Ansichten über die Grundbestandtheile der Körper verdankt ihm die Chemie nicht. Und oft genug ist er Irrthümern früherer Zeit in der Art entgegengetreten, daß er einen neuen Irrthum an der Stelle des alten zur Geltung zu bringen suchte: so auch, indem er bestritt, daß die Gewichtszunahme bei der Verkalkung von Metallen durch eine Absorption von wägbarer Feuermaterie verursacht werde, und dafür eine Erklärung als vermeintlich bessere aufstellte, welche auf unrichtigen Voraussetzungen über die bei der Verkalkung eintretende Volumänderung und auf der Verwechslung des absoluten Gewichtes mit dem specifischen beruhte.

Nicht sowohl durch Bekämpfung der früheren Lehren über die Grundbestandtheile als vielmehr durch eine gewisse Umbildung und eine seinen nächsten Nachfolgern geläutert erscheinende Auffassung derselben hat J. J. Becher (1635—1682) den Einfluß ausgeübt, welcher ihn als die Ansichten zunächst vorbereitend anerkennen ließ, die während des größeren Theils des letztvergangenen Jahrhunderts herrschten. Bei seiner Unterscheidung mehr oder weniger einfacher, in geringerem oder höherem Grade zusammengesetzter Körper ließ er Wasser und Erde als die entferntesten Grundstoffe aller Körper gelten; aber aus diesen seien dreierlei Substanzen gebildet, welche für die chemische Erkenntniß der verschiedenen Körper, als nähere Grundbestandtheile derselben, wesentlich in Betracht kommen; drei Erden, wie er sie

nannte: die steinartige oder schmelzbare, die fettige und die flüssige Erde, welche drei Bestandtheile ungeeignet als Salz, Schwefel und Quecksilber bezeichnet worden seien. Was diese drei s. g. Erden repräsentiren, entspricht in der That im Wesentlichen, wenn auch nicht in allen Einzelheiten, den Vorstellungen, welche man mit der Annahme der eben genannten Principien verbunden hatte: auf dem Gehalt an steinartiger oder verglasbarer Erde, welche in Mischungen eingehend das Substrat derselben abgibt, beruht die Feuerbeständigkeit und Verglasbarkeit; auf dem Gehalt an fettiger Erde die Consistenz, die Farbe, der Geschmack u. s. w., auch die Verbrennlichkeit; auf dem Gehalt an der flüssigen Erde die Geschmeidigkeit der Metalle, auch Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit, ferner Geruch, Glanz u. A. Becher bedient sich übrigens öfters für diese supponirten Grundbestandtheile selbst noch der für die s. g. chemischen Principien früher gebrauchten Benennungen, und an ältere Ausprüche bezüglich der Mischung einzelner Körper — der verschiedenen Metalle z. B., deren Zusammengesetztheit aus den eben erwähnten drei Erden er sonst ganz besonders ausführlich erörtert — erinnern auch seine Angaben oft. Die, welche ihm zunächst folgten, scheinen es mit Becher als ein dem Letzteren zuerkennendes Verdienst angesehen zu haben, daß er — in einer Zeit, wo man oft zwischen dem schwefeligen, dem quecksilberigen Princip u. s. w. und dem gemeinen Schwefel, dem gewöhnlichen Quecksilber u. s. w. nicht unterschied — jene Grundbestandtheile in abstracterem Sinne erfaßte: als Träger wichtiger Eigenschaften, welche erstere man als in den verschiedenen Körpern enthalten anzunehmen habe, um das Vorkommen dieser Eigenschaften und das Verhalten der Körper zu erklären. Es ist hier nicht eine speciellere Darlegung zu geben, wie Becher sich die genannten Grundbestandtheile in die Mischung der verschiedenen Körper eingehend dachte: in die einfachere der mineralischen, an deren Betrachtung er zunächst seine Deduction jener Grundbestandtheile anlehnte, und in die complicirtere der pflanzlichen und der thierischen Stoffe, welche er als aus denselben Grundbestandtheilen zusammenge-

seht ansah, unter Voraussetzung, daß diese darin zu nächsten Bestandtheilen vereinigt sein können. Und auch darauf nicht, wie er die Verbrennung sich nicht nur als einen chemischen Vorgang dachte, welcher auf dem Gehalt an fettiger Erde und dem Ausscheiden der flüchtigeren Theile beruhe, sondern wesentlich auch als einen physikalischen oder mechanischen: eine Zertheilung des brennenden Körpers. Daran nur ist hier noch zu erinnern, daß auch bei ihm die Analogie zwischen der Verbrennung entzündlicher Körper und der Verkalkung der Metalle durch Feuer noch nicht so erfaßt ist, wie Dies gleich nach ihm durch Stahl geschah und der Aufstellung einer geschichtlich wichtigsten Theorie: der Phlogistontheorie, zur Grundlage diente.

Auch die Einführung dieser Theorie in die Chemie entsprach nicht ganz der Richtung, welche Boyle für die Erforschung der Zusammensetzung der Körper vorgezeichnet hatte. Noch erhob man sich nicht dazu, als Grundbestandtheile der Körper, als Elemente im chemischen Sinne solche Substanzen zu betrachten, die wirklich darstellbar und für die Hülfsmittel der Chemie unzerlegbar sind. Und doch war die Theorie, von deren wesentlichstem Inhalt, von deren Begründung und Entwicklung wir jetzt Kenntniß zu nehmen haben, für eine gewisse Zeit von dem erheblichsten Nutzen für die weitere Entwicklung unserer Wissenschaft, wie irrig auch die Ansichten waren, welche man noch bezüglich der Zusammensetzung vieler Körper und namentlich bezüglich derjenigen Substanzen hatte, die als chemisch einfachere anzusehen seien.

Der Begründer dieser Theorie war W. E. Stahl (1660 — 1734), der auch als Arzt und Lehrer der Heilkunde berühmt war und in der Geschichte der letzteren Wissenschaft als selbstständiger Denker zu besprechen ist. Was er über die Zusammensetzung der Körper lehrte, knüpfte gleichfalls noch an ältere Vorstellungen an. Unter den Lehren der ihm zunächst Vorhergehenden waren es besonders die von Becher, welche Stahl als einen Kern besserer Einsicht enthaltend betrachtete und in deren

Ausbildung er zu dem richtigen Verständniß gekommen zu sein glaubte; und diesem Vorgänger legte Stahl einen Antheil an der Vorbereitung der neuen Theorie bei, welcher auch für Andere und Frühere unter Denen beansprucht werden könnte, die in vorausgegangenen Jahrhunderten sich darüber ausgesprochen hatten, wie die chemischen Eigenschaften der Körper durch die Zusammensetzung derselben bedingt seien. Das Princip der Veränderlichkeit der Körper durch Feuer ist es, was Stahl als vorzugsweise wichtig in's Auge faßt: das Princip, welches schon lange unter verschiedenen Benennungen, der des schwefeligen, öligen, fettigen u. a., angenommen worden war, in mineralischen Körpern und in solchen, die dem Pflanzen- und dem Thierreich entstammen; das Princip, von welchem Einige geglaubt hatten, daß es — der Träger einer und derselben Eigenschaft — in verschiedenen Substanzen mit einer gewissen Verschiedenartigkeit enthalten sein könne, Andere, daß es mit dem gemeinen Schwefel identisch sei; dieses Princip, bezüglich dessen ziemlich Confusion darüber geherrscht hatte, welcher Körper es eigentlich am Reinsten enthalte und ihm den Namen zu geben berechtigt sei, was allerdings in dem siebzehnten Jahrhunderte gestattete, ebensowohl die Brennbarkeit von Oelen auf den Gehalt an schwefeligem Princip als die des Schwefels auf den Gehalt an öligen Princip zurückführen zu wollen. Etwas abstracter hatte, wie schon bemerkt, dieses Princip wieder Becher aufgefaßt, dessen fettige Erde keinen Anspruch darauf machte, im reinen Zustande durch eine darstellbare Substanz repräsentirt zu sein; noch geläuterter, und eine Menge von Vorgängen in übersichtliche Beziehung bringend, waren die Ansichten und Darlegungen Stahl's. Auch er hielt noch an der, von alter Zeit her überkommenen und stets in Geltung gebliebenen Vorstellung fest, daß eine eminente chemische Eigenschaft eines Körpers auf einem Gehalte desselben an einem bestimmten Bestandtheile beruhe. In dem Schwefel muß Etwas sein, was seine Entzündlichkeit, in den Kohlen Etwas, was ihre Brennbarkeit bedingt. Ist der eine dieser Körper etwa in dem anderen ent-

halten, ihm seine Eigenschaften mittheilend? oder enthalten beide Körper verschiedene, ihnen Brennbarkeit verleihende Bestandtheile? oder haben beide Körper einen gemeinsamen Bestandtheil als den Träger dieser Eigenschaft? Letzteres war oft vermuthet worden; den experimentalen Beweis glaubte Stahl gefunden zu haben. Daß bei dem Verbrennen des Schwefels unter Mitwirkung von Luft oder von Salpeter Etwas zum Vorschein kommt, was Vitriolsäure werden kann oder ist, was im reinsten Zustand als Vitriolsäure zu erhalten sei, war bekannt, und ziemlich allgemein war angenommen, daß der Schwefel aus Vitriolsäure und dem in ihm enthaltenen Brennbaren bestehe, welches letztere bei der Verbrennung entweiche. Stahl betrachtete als Beweis dafür, daß dieses Brennbare des Schwefels mit dem der Kohlen wirklich identisch sei, eine von ihm beobachtete Thatsache, welche es zweifellos mache, daß aus dem letzteren Brennbaren und Vitriolsäure Schwefel zusammengesetzt werden könne. Zur Bewerkstelligung dieser Synthese ist — wir folgen Stahl's Auffassung der hier in Betracht kommenden Vorgänge — die Vitriolsäure, um ihr die Flüchtigkeit bei höherer Temperatur zu benehmen, an fixes Alkali gebunden anzuwenden; glüht man nun das vitriol-saure Salz mit Kohlen, so vereinigt sich das Brennbare der letzteren mit der Vitriolsäure zu Schwefel und es resultirt eine wahre Schwefelleber, identisch mit der durch Erhitzen von gemeinem Schwefel mit Alkali erhaltenen, und aus jenem Präparat kann künstlich zusammengesetzter Schwefel mittelst Säuren ausgefällt werden. Der brennbare Bestandtheil des Schwefels ist also mit dem der Kohlen identisch. Letzterer ist es aber auch mit dem Bestandtheil, der bei der Vereinigung mit j. g. Metallalken diese zu Körpern macht, welche neben den äußeren metallischen Eigenschaften Veränderlichkeit durch Feuer zeigen und durch die Ausscheidung dieses Bestandtheiles wieder zu Metallalken werden; für die unedlen Metalle ist also der Gehalt an demselben Brennbaren, das in den Kohlen, und also auch an dem, das in dem Schwefel enthalten ist, mit Bestimmtheit erwiesen. Aber die Zuführung des für die Reduction

von Metallkalken nöthigen Brennbaren kann auch mittelst Fett u. A. bewirkt werden; was diese Wirkung auszuüben vermag, muß dasselbe Brennbare abzugeben vermögen, das in die Zusammensetzung der Metalle eingeht, muß also dasselbe Brennbare enthalten, das auch in dem Schwefel u. s. w. enthalten ist.

Das war die Argumentation, auf welche hin Stahl das Princip der Brennbarkeit als überall ein und dasselbe ansah, als den verbreitetsten unter den Grundbestandtheilen der Körper, als die Substanz, auf deren Vorhandensein, deren Weggang aus einem Körper oder Uebergang aus einem in einen anderen die wichtigsten chemischen Vorgänge beruhen. Die Erkenntniß dieses Princips bedinge richtigere Einsicht in alle diese Vorgänge, gebe Aufschluß über die Zusammensetzung der Körper im Allgemeinen. — Was mit dieser Betrachtung für die Chemie gewonnen wurde, beurtheilen wir richtig, wenn wir Das, was die erstere einschloß und mit sich brachte, nicht etwa nur mit Dem vergleichen, was die Wissenschaft später, weiter vorschreitend, erkannte, sondern auch mit Dem, was an Ansichten über die Zusammensetzung der Körper, was an Erklärungen chemischer Erscheinungen vorher ausgesprochen und versucht worden war. Noch nie war eine solche Aneinanderfügung chemischer Vorgänge, noch nie eine Erfassung analoger Vorgänge als solcher, noch nie waren chemische Erklärungen mit solcher Klarheit und mit solcher überzeugender Einfachheit gegeben worden. Wenn Stahl auf die früheren verworrenen und unzureichenden Aussprüche und andererseits auf Das blickte, was seine Theorie an Uebersichtlichkeit der Thatfachen und an Möglichkeit gewährte, viele und mannichfaltig erscheinende von einer an sich einfachen und doch viel umfassenden Ansicht aus abzuleiten: da konnte er wohl auf diese Theorie stolz sein; und er war es auch.

Mit Einem Namen sei das Princip der Brennbarkeit zu bezeichnen, in welchen Körpern es auch enthalten sei, aber mit einem Namen, der nicht wie die für es früher vorgeschlagenen Benennungen verwirrend sei und zu Verwechslungen Veranlassung geben könne; als das Phlogiston bezeichnete es Stahl.

Der Beweis dafür, daß das Phlogiston wirklich existire, war für ihn vollauf genügend durch das Festhalten an der damals noch unbezweifelten Ansicht gegeben, daß bemerkenswerthe Eigenschaften der Körper durch etwas materiell in ihnen Enthaltene bedingt sein müssen, und durch die Würdigung Dessen, was die Voraussetzung jener Substanz als einer existirenden nütze. Für solche Substanzen, wie Grundbestandtheile, deren eigentliches Wesen gerade darin bestehe, daß sie in den der Untersuchung zu unterwerfenden Körpern enthalten seien, einen Beweis der Existenz in der Richtung zu verlangen, daß diese Substanzen für sich darstellbare seien, kam fast allen damals mit solchen Fragen sich Beschäftigenden gar nicht in dem Sinn; was Boyle in dieser Beziehung vorbereitet hatte, war noch nicht fruchtbringend geworden. Der Bedeutung und der Würde des Phlogistons entsprach es gar nicht, etwas für sich Darstellbares, Greifbares zu sein. Es wäre deshalb ein ganz vergebliches Bemühen, ausfindig machen zu wollen, welchen der uns jetzt bekannten Stoffe Stahl als das Phlogiston betrachtet habe. Der Körper, welcher wohl am Meisten Phlogiston enthalte, meinte Stahl, sei der von der Flamme brennender Cele abgesetzte Ruß; und daß er unter dem Phlogiston namentlich Kohlenstoff verstanden habe, könnte man auch daraus zu folgern versucht sein, wie er sich über den nothwendigen Gehalt organischer Körper an Phlogiston äußert, wie er sich — in einer, den in neuerer Zeit klarer erfaßten Ansichten über den Kreislauf des Kohlenstoffs in der Natur vorgreifenden Weise — darüber ausspricht, daß das Phlogiston bei der Verbrennung, bei Gährungs-Vorgängen u. A. sich in die Atmosphäre zertheile, aus dieser in die Zusammensetzung der Pflanzen eintrete, welche ihren Phlogistongehalt vorzugsweise der Luft entnehmen, aus den Pflanzen unmittelbar oder mittelbar in die Zusammensetzung der thierischen Organismen. Aber eine solche Schlußfolgerung, und was an sie sich knüpft, wäre ein großer Irrthum. Das Phlogiston, lehrte Stahl, sei zwar sehr geneigt, starre Verbindungen zu bilden, aber für sich weder in starrer noch in flüssiger Form zu erhalten; als der späteren

Meinung, in der Form eines Gases (des Wasserstoffgases) könne man das Phlogiston im reinen Zustande haben, bereits nahe kommend könnte man es wiederum ansehen, daß Stahl auch noch aussprach, das Phlogiston sei als eine sehr ausdehnungsfähige Substanz der feinsten Verbreitung in die Luft ganz besonders fähig: hätte er nur eine richtigere Vorstellung von der Existenz verschiedener Gase gehabt, hätte er nicht selbst diese Behauptung später wieder zurückgenommen, wäre überhaupt das Nachspüren, welche Eigenschaften dem für sich dargestellten Phlogiston beigelegt worden seien, zulässig. Aber das Phlogiston existirte nur als ein Träger gewisser Eigenschaften der Körper, als ein Hilfsmittel gewisser Betrachtungen. Es bedingt also namentlich die Verbrennlichkeit; es ist in allen den Körpern enthalten, welche mehr oder weniger verbrennlich sind, aber auch in den leichtest verbrennlichen ist dem Gewichte nach nur wenig von ihm enthalten. Es geht bei allen solchen Vorgängen, die wir als Reductionsercheinungen bezeichnen, den ihnen unterworfenen Körpern zu; es tritt bei allen Verbrennungen und allgemein bei allen solchen Vorgängen, die wir als Oxydationsercheinungen bezeichnen, aus den ihnen unterworfenen Körpern aus. Dieses Austreten kann langsamer, kann schneller vor sich gehen; dafür, daß es unter Feuererscheinung statt habe, ist nöthig, daß das Phlogiston rascheste Wirbelbewegung annehme, und Dieses wiederum ist für das Phlogiston nur möglich, wenn es an etwas Anderes gebunden war und wenn es eine genügende Luftmenge vorfindet, um in sie überzugehen; das Phlogiston ist nicht an sich Feuer, sondern es ist vorzugsweise geeignet zu der Bewegung, auf welcher die j. g. Feuererscheinungen beruhen. Was bei dem, durch Verbrennen an der Luft oder durch Erhitzen mit Salpeter o. a. bewirkten Weggang des Phlogistons bleibt, ist das mit ihm zu dem verbrannten Körper verbunden Gewesene. Die in solcher Art angestellte Analyse der unedlen Metalle läßt ebensowohl erkennen, daß in denselben neben Phlogiston j. g. Metallkalk als ein Bestandtheil enthalten ist, wie es die oben (S. 46) besprochene Zuntese dieser Metalle thut; daß der Metallkalk mehr wiegt,

als das Metall, aus welchem er entstanden, beachtete Stahl entweder nur nebenbei, der Thatsache selbst keine erhebliche Wichtigkeit beilegend, oder er stimmte, das Zutreten von etwas Wägbarem zu dem Metallkalle läugnend, der S. 42 erwähnten Behauptung Kunkel's als der die richtige Erklärung gebenden bei. Ebenso zeigt die Analyse wie die Synthese des Schwefels, daß er neben Phlogiston Vitriolsäure enthält. Für den flüchtigen Körper, welcher bei dem Verbrennen des Schwefels an der Luft entsteht oder auch bei der gemäßigteren Einwirkung von Phlogiston auf Vitriolsäure: für diesen Körper, welchen Stahl zuerst genauer untersuchte und als eine eigenthümliche Säure erkannte, folgt aus dem eben Bemerkten, daß derselbe weniger Phlogiston enthält als der Schwefel, aber doch eine Verbindung von Phlogiston mit Vitriolsäure ist; er stellt sich seiner Zusammensetzung nach zwischen diese Säure und den Schwefel.

Was die Verdienste der Theorie waren, über deren Aufstellung in dem Vorhergehenden berichtet wurde und welche sich in der von Stahl einmal eingeschlagenen Richtung weiter ausbildete und über immer mehr Thatsachen erstreckte, erhellt schon aus dem hier Dargelegten; ihrer Irrthümer brauche ich nicht besonders zu gedenken. Die Phlogistontheorie lehrte Striges, wo es sich um die Angabe der Zusammensetzung eines einzelnen Körpers, um Erklärung der Veränderung der Zusammensetzung desselben bei chemischen Vorgängen handelt. Aber sie lehrte Nichtiges in der gemeinsamen Betrachtung einer größeren Zahl chemischer Vorgänge: welche unter ihnen analoge seien, welche auf derselben Ursache beruhen; sie lehrte Nichtiges für einzelne Reihen von Körpern, angehend, welcher unter ihnen bezüglich der Zusammensetzung sich zwischen andere stelle.

Nur Das, was die Phlogistontheorie an Grundgedanken und umfassenderen Ansichten hatte, kann in diesem Ueberblick über die frühere Entwicklung der Chemie betrachtet werden. Davon ist hier abzustehen, genauer zu erörtern, wie Stahl's Lehren in Manchem noch an frühere Irrthümer erinnern — auch z. B. die, daß das Princip der Brennbarkeit wesentlich auf die Farbe

eines es enthaltenden Körpers Einfluß ausübe —, oder wie er Beobachtungen unrichtig deutend noch manche irrige Behauptung aufstellte, deren Anerkennung auf seine Autorität hin sich längere Zeit erhielt und deren Widerlegung durch dieselbe erschwert wurde; auf Einzelnes komme ich später kurz zurück, wo ich zusammenzufassen habe, auf welche Entwicklungsstufe die Chemie vor Lavoisier's Eingreifen in sie gehoben war, und da auch auf manche richtige Wahrnehmung, die wir ihm verdanken. Wir verfolgen auch Stahl's Ansichten, die am Klarsten für die, auch nach seiner Meinung einfacher zusammengesetzten mineralischen Körper ausgesprochen sind, nicht bis zu den, nicht wohl in Kürze wiederzugebenden Vorstellungen, welche er über die Zusammensetzung der pflanzlichen und der thierischen Körper, der aus ihnen sich bildenden Körper und über die Beziehungen derselben unter einander von Becher angenommen oder sich gebildet hatte; Wasser und Phlogiston betrachtete er als die in diesen Körpern vorkommenden Grundbestandtheile, aber auch Salziges u. A. sei darin enthalten, und wiederum werden diese entfernteren Bestandtheile als zu verschiedenen nächsten vereinigt in den, jetzt als organische bezeichneten Körpern angenommen. Der Vermuthung war hier ein weiteres Feld eröffnet, als bei den mineralischen Körpern, und weniger, als bei der Beurtheilung der letzteren, waren die Aussprüche über die Zusammensetzung in directer Bezugnahme auf Beobachtungsergebnisse. — Daran aber ist hier zu erinnern, daß Stahl mit der Erkenntniß des Phlogistons, der Metalkalke, der Bitriolsäure u. s. w. als einfacherer Bestandtheile zusammengesetzter Körper nicht die Grenze erreicht zu haben glaubte, bis zu welcher die Chemie in der Erforschung gehen könne, aus welchen Elementen die Körper aufgebaut sind. Eine Art Mißtrauen in die Hilfsmittel der experimentalen Chemie und damit verknüpft das Bedürfniß, in Speculationen Ersatz zu suchen, ließ in jener Zeit und noch lange nachher über Das hinausshweifen, was die Versuche direct lehrten oder zunächst zu ergeben schienen. Davon, daß Wasser der eigentliche Urstoff sein könne oder Wasser und Erde die Grundbestandtheile

aller Körper, spricht auch noch Stahl. Darauf, daß die Metallkalle selbst noch aus einfacheren Erden zusammengesetzt seien, wird bei ihm hingewiesen. Darüber, daß unter den damals als „Salze“ bezeichneten Körpern zusammengesetztere von einfacheren (Säuren und Alkali) zu unterscheiden und die ersteren als durch die Vereinigung der letzteren gebildet zu betrachten seien, geht Stahl in seinem Versuche des Nachweises hinaus, daß die einfacheren Salze selbst noch zusammengesetzt seien, aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen; aber wie er sich auch solchen Vermuthungen als ihm wohlbegründet erscheinenden hingab: sie hinderten ihn doch nicht, für sehr ähnliche derartige Substanzen die Verschiedenheit wahrzunehmen, z. B. in der Basis des Kochsalzes ein eigenthümliches, von dem gewöhnlichen (dem Kali) verschiedenes Alkali zu erkennen.

Die Chemie bildet sich jetzt als ein Zweig der Naturwissenschaften weiter aus: nicht mehr beirrt durch die Beschäftigung mit der Lösung alchemistischer Aufgaben, welchen bei den nun zu besprechenden Repräsentanten unserer Wissenschaft zwar zunächst manchmal noch Beachtung, aber dann stets nur sehr untergeordnete, geschenkt wird; nicht mehr in der einseitigen Auffassung, daß die Chemie wesentlich als die Grundlage der Heilkunde oder als Hilfsmittel für dieselbe abgebend anzusehen und zu fördern sei. Keineswegs aber wird die Chemie in dieser richtigeren Erkenntniß ihrer Aufgabe den Vertretern der Heilkunde etwas Fremdes. Es war ein schönes Vermächtniß der vorher vorzugsweise eingehaltenen medicinisch-chemischen Richtung an die Zeit, in welcher die Chemie vor Allem als Naturforschung betrieben wird: das Interesse, welches ausgezeichnete Aerzte immer noch an ihr nehmen, auch wenn sie erkennen, daß die Aufgabe der Chemie nicht so, wie man Dies früher geglaubt hatte, mit der Aufgabe der Heilkunde zusammenfalle, und wenn sie vielmehr vor dem Mißbrauche der Chemie für die Medicin warnen. Von jeder solchen Verschmelzung der Chemie mit der Heilkunde hielt sich gerade Stahl fremd, und Dasselbe thaten seine, ebenfalls als

Nur zu berühmten zwei Zeitgenossen, deren sogleich zu gedenken sein wird: Hoffmann und Boerhave. Als ganz gesonderte Gebiete des Forschens bearbeiten diese Männer einerseits die Chemie, andererseits die Heilkunde, und vor den Irrthümern einer zu weit gehenden Benützung der ersteren für die letztere zurückschreckend fallen sie fast in das andere Extrem: der Chemie alle Bedeutung für die Erkenntniß der normalen und der krankhaften Prozesse im menschlichen Organismus abzuspochen.

Was durch Stahl an Ueberächtlichkeit für viele Erscheinungen, an Einfachheit für die Erklärung vieler Vorgänge geboten war, fand Eingang in die Chemie, des Widerspruches und der Bedenken Einzelner ungeschachtet; weitaus die meisten Chemiker bekannten sich bald zu Stahl's Lehren: Viele ihnen in Allem sich anschließend, Andere das Wesentliche dieser Lehren annehmend aber in der Art, daß sie nicht an Stahl's Aufstellung derselben sondern darüber hinaus an ältere Meinungen anzuknüpfen sich den Anschein gaben. — Was zu Stahl's Zeiten gegen seine Ansichten geltend gemacht wurde, war seltener nur eine unmittelbare Bestreitung derselben, öfter eine mittelbare, durch Erhebung von Zweifeln, ob sie wirklich hinlängliche Begründung haben und ob Einzelnes nicht anders aufzufassen sei. Und die geradezu ausgesprochenen Bestreitungen gingen nicht von Männern aus, deren auch sonst etwa erworbene Autorität schwerer in's Gewicht gefallen wäre; spurlos verhallte z. B., daß — noch während Stahl lebte und an demselben Orte (Halle), an welchem Dieser die Phlogistontheorie proclamirt hatte — ein sonst sehr wenig bekannter W. F. Stabel sich gegen die Annahme des Phlogistons aussprach, weil, was den vermeintlichen Gehalt unedler Metalle an Phlogiston betreffe, die Thatsachen irrig gedeutet worden seien und vielmehr einer solchen Annahme geradezu widersprechen: die Verkalkung eines solchen Metalles könne nicht auf dem Weggang eines Bestandtheils, des Phlogistons, beruhen, denn bei diesem Vorgange nehme das Gewicht nicht ab sondern zu, und die Reduction eines Metallkaltes nicht auf dem Zutreten von Phlogiston, denn das Gewicht des ersteren

werde hiebei nicht größer sondern kleiner. Was bedeutendere Männer von Stahl's Ansichten Abweichendes lehrten, widersprach denselben mehr in Einzelnem als durchweg. In Deutschland war der berühmte J. Hoffmann (1660—1742), dem die analytische Chemie und namentlich die chemische Kenntniß der Mineralwasser so Erhebliches verdankte und dessen Scharfsinn die Magnesia und die Thonerde als eigenthümliche Erden erkennen ließ, wohl der Ansicht, daß der Schwefel aus Säure und Phlogiston zusammengesetzt sei, entzündbare Körper etwas als Phlogiston zu Bezeichnendes enthalten, aber zweifelnd äußerte er sich darüber, ob die Reduction der Metallkalke wirklich auf der Zuführung von Phlogiston, die Verkalkung auf dem Weggehen desselben Bestandtheiles beruhe, oder ob nicht im Gegentheil ein, von Hoffmann ziemlich unbestimmt als ein saurer bezeichneter Stoff bei der Verkalkung der Metalle denselben zutrete, bei der Reduction durch das Reductionsmittel absorbiert werde. In Holland ging H. Boerhave (1668—1738), dessen *Elementa chemiae* als Lehrbuch unserer Wissenschaft mit Recht so hochgeschätzt waren, über die ihm doch gut bekannten Stahl'schen Ansichten hinweg, sie nicht direct bekämpfend aber indirect vor ihnen als weniger begründeten warnend, und namentlich zog er in Zweifel, ob wirklich die Metalle aus erdigem Bestandtheil und dem Princip der Brennbarkeit zusammengesetzt seien. Bei beiden Männern, welche für die Förderung und die Verbreitung chemischer Kenntnisse so viel gethan haben, bei manchen Andern, welche sich in ähnlicher Weise äußerten, trat aber gerade Das, was wir in der Stahl'schen Lehre so hoch zu stellen haben: das Erfassen analoger Vorgänge als solcher, wenn auch mit unrichtiger Deutung, wieder zurück. — Andererseits nahmen auch Manche Das an, was Stahl's Lehre ihnen an Fortschritt der chemischen Erkenntniß in sich zu schließen schien, aber scheinbar selbstständig an frühere Ansichten anknüpfend und für den Ausdruck der neuen erweiterten Vorstellungen noch ungeeignete ältere Benennungen, gerade für das Princip der Brennbarkeit, gebrauchend. So einer der Chemiker, die an dem Ende des siebenzehnten und

in dem Anfange des achtzehnten Jahrhunderts in Frankreich neben dem bereits besprochenen Lemeroy hervorragendere waren: W. Homberg (1652—1715), welcher auch seinerseits darzulegen suchte, daß in den verbrennlichen Mineralien und in den pflanzlichen Substanzen dasselbe Princip der Brennbarkeit enthalten sei, das er indeß noch immer als Schwefel bezeichnete; in diesem Sinne sprach er von dem Schwefel des gemeinen Schwefels, welcher letztere außer diesem Princip der Brennbarkeit auch Säure, Erde und selbst eine geringe Menge eines metallischen Bestandtheiles enthalte. Und ebenso bezeichnete nach dem Bekanntwerden von Stahl's Ansichten, dieselben gleichfalls im Wesentlichen annehmend, Et. F. Geoffroy (1672—1731) das, was der Erstere Phlogiston genannt hatte, noch als schwefeliges oder öliges Princip oder das im Eisen angenommene Brennbare gar als den bituminösen Bestandtheil desselben, und Et. J. Geoffroy (1686—1752) das Brennbare, welches bei dem Erhitzen von Pottasche mit thierischen Stoffen der ersteren zutrete und das Alkali fähig mache, s. g. Blutlauge und Berlinerblau zu bilden, immer noch als das schwefelige Princip. Aber diese Sprödigkeit, die Annahme neuer Ansichten durch den Gebrauch der zum Ausdruck derselben gewählten neuen Bezeichnungen offen anzuerkennen, wurde dann auch abgestreift, und in Frankreich die Lehre vom Phlogiston schließlich so rückhaltlos adoptirt, wie in Deutschland, wo dieselbe bald ganz eigentlich heimisch geworden war und längere Zeit Vortheile, dann Nachtheile brachte: Vortheile auch hier zunächst darin, wie neue Arbeiten dieser Lehre sich anzügten, den Inhalt derselben vervollständigend und für die Darlegung neuer Resultate eine verständlichere und den verschiedenen Chemikern gemeinsame Ausdrucksweise findend; Nachtheile, sofern später gerade für Deutschland das Festhalten an der hier als national betrachteten Lehre länger die Anerkennung Dessen hinderte, was diese Lehre berichtigte und an ihre Stelle trat, als es wohl sonst der Fall gewesen wäre.

Von einer Verbreitung der Phlogistontheorie war aber noch nicht die Rede für diejenigen Forscher, welche in Deutschland

um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die Chemie vorzugsweise repräsentirten. Da, wo Stahl zuletzt lebte und die Reihe verdienstvoller Chemiker einleitete, welche hier in kaum unterbrochener Folge zu dem Vorschreiten unserer Wissenschaft mächtig beigetragen haben: zu Berlin waren es nach N. Reumann (1683—1737), der seinen Zeitgenossen als bedeutender Chemiker galt, namentlich J. S. Pott (1692—1777) und A. S. Marggraf (1709—1783), welche dieser Theorie ganz zustimmten und ihrer Zustimmung durch das Ansehen Gewicht gaben, das ihnen auf Grund ihrer selbstständigen Leistungen zuerkannt wurde: Pott, welcher vorzugsweise das Verhalten mineralischer Substanzen bei hoher Temperatur zum Gegenstande seiner Versuche machte und dessen Angaben über die Einwirkung der Hitze auf die verschiedenen Erden und Gesteine und Gemische derselben längere Zeit die Grundlage Dessen ausmachten, was man über diesen Gegenstand wußte; Marggraf welcher im Gegenfalle hierzu vorzugsweise das Verhalten der Körper auf nassem Weg untersuchte, in dieser Richtung unsere Wissenschaft mit neuen Wahrnehmungen bereicherte, die analytische Chemie die erheblichsten Fortschritte machen ließ, die damals noch nöthigen Beweise dafür beibrachte, daß das Natron ein eigenthümliches Alkali ist, die Magnesia und die Thonerde eigenthümliche Erden sind, und der Ansicht der hervorragenden Autoritäten der zunächst vorausgegangenen Zeit entgegen zeigte, daß das vegetabilische Alkali keineswegs erst bei dem Verbrennen von Holz, dem Sähen von Weinstein u. s. w. durch Zusammenfügung anderer Bestandtheile dieser Körper entsteht, sondern in ihnen präexistirt. — Und ebenso wenig ging eine Bestreitung der Phlogistontheorie von den Männern aus, welche um jene Zeit zu Paris Das, was man in Frankreich von der Chemie wußte und für sie arbeitete, vor Anderen repräsentirten: von J. Hellot (1685—1766), welcher neben seinen Bestrebungen, die technische Anwendung der Chemie (für die Porcellanfabrication, die Färberei u. A.) zu fördern, auch für die reine Chemie Schätzbares geleistet hat; von H. L. Duhamel du Monceau

(1700—1781), dessen Eifer für andere Zweige der Wissenschaft und namentlich für die Botanik eine erfolgreiche Beschäftigung mit der Chemie nicht ausschloß, in welcher er eine Reihe selbstständiger Untersuchungen ausgeführt und in deren Geschichte genannt zu werden, er durch den von ihm zuerst vollständiger erbrachten Beweis für die schon von Stahl gemachte Wahrnehmung, daß die Basis des Kochsalzes ein eigenthümliches Alkali ist, sich ein Anrecht erworben hat; von F. J. Macquer (1718—1784), dem Hauptvertreter der Phlogistontheorie in Frankreich zu jener Zeit und noch dann, als die Bekämpfung dieser Lehre fast schon sich zur Besiegung derselben gestaltet hatte, einem Forscher, welchem die Chemie eine größere Zahl anerkannter Arbeiten verdankt, und einem Schriftsteller, dessen Werke ganz besonders Anhaltspunkte dafür gewähren, über den Zustand unserer Wissenschaft und über die in ihr gültigen Ansichten während der Decennien urtheilen zu lassen, die dem Sturze der Phlogistontheorie vorausgingen; ich beziehe mich in der Uebersicht, welche ich über die Ausbildung der Chemie zu jener Zeit bald zu geben habe, öfters auf sie.

Für die Weltendmachung der Betrachtungsweise, welche diese Theorie zu jähem Sturze brachte, übte sich unsere Wissenschaft gleichsam vorerst an einem weniger umfassenden Gegenstand: an der Frage über die Beziehung, in welcher die äyenden Alkalien zu den s. g. milden (den kohlenfauren, wie man sie später nannte) stehen. Die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse war es, welche die bis dahin allgemein angenommene Stahl'sche Lehre über die Verbrennung und die Verkalkung als eine irrige erkennen ließ; die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse war es auch, welche schon vorher in Schottland J. Black (1728—1799) zur Aufstellung der, jene Beziehung der verschiedenen Zustände der Alkalien betreffenden Ansicht führte, welche wir jetzt noch als die richtige anerkennen. Die um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts fast allgemein gültige Lehre war die, daß es mit zu den wesentlichen Eigenschaften der Alkalien, für den reinen

Zustand derselben, gehöre, mit Säuren aufzubrausen. Der Kalk war als etwas den Alkalien Nahestehendes schon lange erkannt; der milde Kalk (der Kalkstein) könne nun durch Brennen zu äzendem werden, auf Grund davon, daß ihm Feuermaterie zutrete, und wiederum könne mildes Alkali — Pottasche z. B. — dadurch zu äzendem werden, daß man es mit äzendem Kalk behandle, auf Grund davon, daß der Aeskalk die in ihm enthaltene Feuermaterie, den Träger der Kausticität, an das Alkali abgebe. Und wo in jener Zeit über diesen Gegenstand Ansichten ausgesprochen wurden, welche mit der soeben kurz in Erinnerung gebrachten Lehre nicht ganz übereinstimmten, war ebensowenig das Richtige getroffen, vielmehr durchweg Das unbestritten gelassen, daß mildes, mit Säuren aufbrausendes Alkali das Einfachere, äzendes, diese Erscheinung nicht mehr zeigendes etwas Zusammengesetzteres, durch Zutreten von noch Anderem Resultirendes sei. Black widerlegte (1755) diese Meinung, durch Versuche, welche er über die beiden Zustände der Magnesia, den milden und den äzenden, und den Uebergang des einen in den anderen anstellte, und durch richtige Deutung Dessen, was ihm Gewichtsbestimmungen hierbei ergaben. Für die Magnesia, die so lange mit dem Kalk verwechselt worden war, bestätigte er dabei die schon von Hoffmann ausgesprochene Eigenthümlichkeit derselben; aber die Analogie der Magnesia mit dem Kalk und daß, was für die erstere in Betreff der Beziehung des milden zu dem äzenden Zustande sich ergebe, auch für den Kalk gelte und dann auch für die Alkalien, blieb dabei gewahrt. Und eine glückliche Fügung war es, daß Black seine Versuche gerade mit der Magnesia anstellte: der alkalischen Erde, für welche der Uebergang aus dem milden in den äzenden Zustand bei niedrigerer Temperatur statt hat und die Gewichtsänderungen bei dem Uebergang aus einem der genannten Zustände in den anderen größer sind, als bei irgend einem anderen der damals bekannten, hier in Betracht kommenden Körper. Black fand es auffallend, daß Aeskalk, wenn er an der Luft zu mildem wird, nicht in Folge des Wegganges der darin ange-

nommenen Feuermaterie leichter werde; aber darüber hinaus, nur ein Bedenken gegen die Richtigkeit der herrschenden Ansicht zu erheben, ging er mit der Erkenntniß, durch was denn wirklich der Unterschied zwischen dem milden Zustand und dem ägenden bedingt sei. Daß die milde Magnesia bei der Ueberführung in ägende durch Glühen bedeutend an Gewicht verliert, daß Dieses auf dem Weggang einer im freien Zustande luftförmigen Substanz beruht, daß die geglühte Magnesia sich ohne Aufbrausen und Entwicklung dieser Substanz in Säuren löst aber als milde durch milde Alkalien gefällt wird, letzteren den Gehalt an dieser Substanz entnehmend, und daß nach dem Glühen einer gewissen Menge milder Magnesia, Lösen des Rückstandes in Säure, Fällen mit mildem Alkali selbst wieder das ursprüngliche Gewicht an milder Magnesia erhalten wird: diese durch Versuche festgestellten Resultate begründeten seine Ueberzeugung, daß, im Gegensatz zu dem bis dahin für wahr Gehaltenen, nicht die milden sondern die ägenden Alkalien das Einfachere sind, die ersteren aber Verbindungen der letzteren mit einer Substanz, welche, in diesen Verbindungen fixirt, im freien Zustande flüchtig, luftförmig ist, aus einigen dieser Verbindungen durch Hitze, aus allen durch Säuren ausgetrieben werden kann und die Ursache des Aufbrausens abgiebt. Die s. g. fixe Luft, deren Bildung bei dem Athmen und bei dem Verbrennen von Kohlen, deren Identität mit der bei der Gährung sich entwickelnden Lustart Black auch erkannte, wurde als ein Körper nachgewiesen, welcher Verbindungen eingehen kann mit ägenden Alkalien, sie durch theilweises Aufheben ihrer charakteristischen Eigenschaften zu milden machend. — Ein Vorspiel gab diese Untersuchung und die in ihr sich erfolgreich geltend machende Betrachtungsweise, daß das Leichtwerden eines Körpers den Verlust an einem Bestandtheil und das Schwererwerden eines Körpers das Eingehen desselben in eine Verbindung anzeigt, für den Kampf gegen die Phlogistontheorie ab, welcher zwanzig Jahre später ernstlich begonnen wurde, dieselben Anhaltspunkte zur Beurtheilung benutzend, wann man einen Körper als einen Bestand-

theil verlierend, wann ihn als in Verbindungen eingehend zu betrachten habe. Und merkwürdig ist noch, daß für die Verbrennungstheorie, die dann an die Stelle der Lehre vom Phlogiston trat und in welcher zunächst die bei Verbrennungsvorgängen zum Vorschein kommende Wärme als auf einem Freiwerden der in dem Sauerstoffgas gebundenen Wärme beruhend angesehen wurde, — daß für diese Theorie wiederum Black Der gewesen war, welcher (um 1760) den Begriff der gebundenen Wärme in elastischen Flüssigkeiten erfaßt und ihn in die Wissenschaft eingeführt hatte: durch seine Erkenntniß, daß bei dem Schmelzen eines starren Körpers, bei dem Uebergang eines Körpers aus dem tropfbar-flüssigen in den elastisch-flüssigen Zustand Wärme latent und daß diese latente Wärme bei der Abänderung des Zustandes in entgegengesetzter Richtung wieder frei wird.

In der j. g. firen Luft lernte man zuerst einen mit wichtigen chemischen Eigenschaften begabten luftförmigen aber von der gemeinen Luft verschiedenen Körper kennen. Van Helmont's Unterscheidung besonderer luftförmiger Körper, der Gase, von der gemeinen Luft war nicht zur Anerkennung gekommen, und in so vielerlei Weise man auch vor Black „künstliche Luft“ dargestellt hatte: eine wesentliche Verschiedenheit derselben von der atmosphärischen Luft war nicht zugestanden, nur eine Verschiedenheit der Eigenschaften in Folge von Beimischungen angenommen worden. Nicht sofort für alle, aber doch für sehr viele Chemiker war Black's Untersuchung der firen Luft und der Nachweis der sie, gerade der atmosphärischen Luft gegenüber, als eine besondere Lustart auszeichnenden Eigenschaften der Grundstein, auf welchen sich die Anerkennung stützte, daß die Luftform nicht etwa nur Einem Körper zusteht, sondern eine Aggregatform ist, welche untereinander ebenso verschiedenen Körpern zukommen kann, wie die mannichfaltigen starren, die mannichfaltigen flüssigen Körper unter einander verschieden sind. In der Auffindung anderer

Luftarten, in dem Nachweis ihrer Eigenthümlichkeit, in der Untersuchung ihres chemischen Verhaltens und ihrer Beziehungen zu anderen Substanzen bildete sich nun unsere Wissenschaft zunächst ganz hauptsächlich weiter aus, einen Zeitraum hindurch, dessen vorwaltenden Character man denn auch in der Art bezeichnete, daß man die „pneumatische Chemie“ als die vorzugsweise zu bearbeitende hervorhob, ähnlich etwa, wie in neuerer Zeit die organische Chemie als das die Arbeiten der Chemiker vorzugsweise beschäftigende Gebiet hervortritt und als das, die in der jetzigen Phase der Entwicklung zunächst anzustrebende Förderung des Wissens gewährende von Vielen hervorgehoben wird. Und in der That: für jede der großen Fragen, welche in der nun zu besprechenden Zeit die Chemiker in Anspruch nehmen und anders beantwortet werden, als Dies bisher geschehen, spielt die Kenntniß gasförmiger Körper und die Art, wie man sie und ihr Verhalten betrachtet, eine Hauptrolle.

Mehrere Männer, die sich noch ganz zu der Phlogistontheorie bekennen, zeichnen sich durch wichtige Leistungen gerade in dieser Richtung aus; ihre Arbeiten greifen vielfach in einander ein, und eine gedrängtere Darlegung der Verdienste jedes Einzelnen wird dadurch erschwert. Aber keiner unter ihnen hat auf dem Felde der pneumatischen Chemie, was die Anzahl neu entdeckter eigenthümlicher Luftarten betrifft, eine reichere Ernte gehalten, als der Engländer J. Priestley (1733—1804). Nicht, daß er dieses Feld durch systematisch ausgeführte Untersuchungen bestellt und in consequenter Beschäftigung mit der Lösung großer wissenschaftlicher Probleme eine Entdeckung nach der andern gemacht hätte; sondern mehr vereinzelt als zusammenhängend stehen seine Entdeckungen da, und wie oft er auch auf denselben Gegenstand zurückkommt, aphoristisch mehr sind seine Mittheilungen, als daß sie die chemische Geschichte eines Körpers, namentlich was die Beziehungen desselben zu anderen betrifft, zum Abschluß hätten bringen wollen. Priestley, welcher sich auf so verschiedenen Gebieten des Wissens versucht hat, kam an die Beschäftigung mit Chemie, ohne mit Dem irgend gründlicher bekannt zu

sein, was diese bis dahin kennen gelehrt hatte und namentlich in ihrem auf die Analyse bezüglichen Theile bereits leisten konnte; aber ein eminentes Talent bewährte er, innerhalb des von ihm gewählten Kreises chemischer Arbeiten Neues zu finden. Treffend vergleicht er selbst einmal, wie sich ihm Neues biete, was Andern und besser in der Chemie Bewanderten entgangen, mit Jagdglück: wie auch wohl Jenen, welche ein Revier am Besten kennen, jede Beute entgegen könne, während sie Solchen, die hier als Neulinge sich an dem Jagen betheiligen, in den Weg komme. Mit dem qualitativen Verhalten vieler und selbst gewöhnlicher Körper wenig bekannt hatte Priestley vollends für die Richtung, welche schon zu seiner Zeit als die zur rechten Beurtheilung der Beziehungen der verschiedenen Körper unter einander ein nothwendiges Hülfsmittel abgebende erkannt war und benutzt wurde: für die Richtung der quantitativen Untersuchungsweise keinen Sinn; und doch hat er Entdeckungen gemacht, welche für die zunächst zu erringende bessere Erkenntniß chemischer Vorgänge den mächtigsten Anstoß gaben, die wichtigsten Anhaltspunkte boten. An Allem, was gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts einen Umschwung in den Ansichten der Chemiker bewirkte, finden wir Priestley mitbetheiligt, aber Nichts davon brachte er zur Entscheidung; zu Fragen von größter Tragweite gaben Beobachtungen, welche er gemacht hatte, Veranlassung, aber nicht einmal das Material zu einer endgültigen Beantwortung gewann er, geschweige denn daß er diese Beantwortung selbst gegeben hätte. Indes auch eine nahe liegende Zeit bietet noch Beispiele dafür, daß der Scharfsinn eines Chemikers mehr zur Wahrnehmung von Neuem als zu eigentlicher Erkenntniß desselben geführt, der Wissenschaft eher durch Auffindung von Solchem, was ihm noch Problem blieb, als durch definitive Lösung des Problems genügt hat.

Von 1771 an war Priestley mit Versuchen darüber beschäftigt, wie die Luft durch Antheilnahme an chemischen und physiologischen Vorgängen verändert wird. Er constatirte, daß durch das Brennen von Kerzen u. a., durch das Athmen von

Thieren innerhalb eines abgeschlossenen Raumes gemeiner Luft diese verborben, d. h. zur Unterhaltung des Verbrennens und des Athmens ungeeignet wird, aber im Gegensatz zu seiner Vermuthung, daß lebende Pflanzen ebenso auf die Luft wirken möchten wie lebende Thiere, ergab sich ihm, daß Luft, welche durch die erstgenannten Vorgänge verborben war, durch das Wachsen von Pflanzen in ihr wieder verbessert wird. Für die Prüfung, in wie weit Luft durch gewisse Einwirkungen verborben oder wieder verbessert worden sei, fand er bald (1772) ein geeigneteres Mittel als das zuerst, übrigens von ihm auch später noch gern angewendete: zu beobachten, wie sich eine Maus in solcher Luft befinde und wie lange sie in einem gewissen Raume derselben anscheinend ungefährdet zu verweilen vermöge; die Raumverminderung, welche sich bei dem Zusammenbringen von Luft mit s. g. Salpeterluft (Stickoxyd, durch Einwirkung von Salpetersäure auf Kupfer oder andere Metalle dargestellt) über Wasser zeigt, gab ihm einen Maßstab ab für das Verborbensein der Luft, sofern sie bei weniger verborbener Luft größer ist. Die Salpeterluft lehrte er als eigenthümliche Luftart kennen. Versuche, bei welchen Kohlen in einem abgeschlossenen Lufttraume verbrannt wurden, ließen auch ihn wahrnehmen, daß sich hierbei fixe Luft bildet, und weiter noch, daß nach der Absorption der letzteren durch Stalkwasser das ursprüngliche Luftvolum um ein Fünftheil verkleinert, die rückständige Luft aber ganz verborben ist. Volumverminderung, und Verborbensein der rückständigen Luft, beobachtete er auch bei dem Verkalken von Blei oder Zinn in geschlossenem Raume. Die Verderbung der Luft wurde von ihm als auf Beladung derselben mit Phlogiston: auf Phlogistisirung beruhend betrachtend; an der von ihm 1774 durch Erhitzen von rothem Quecksilberkalk erhaltenen Luft fand er die Merkmale der Unverborbenheit in solchem Grade, daß im Vergleiche mit ihr selbst die gemeine Luft als schon etwas verborbene oder phlogistisirte erscheint; als dephlogistisirte Luft bezeichnete er das von ihm entdeckte, dann auch noch aus anderen Substanzen dargestellte Sauerstoffgas, und die Messung der Un-

verborgenheit der Luft wurde zu einer Bestimmung der in der letzteren, gemischt mit bereits phlogistisirter, enthaltenen dephlogistisirten Luft.

Aber von welcher Bedeutung auch diese Thatsachen für eine bessere Erklärung der Verbrennung und der Verkalkung waren: sie erschloß sich Priestley nicht, welcher an der Annahme des Phlogistons festhielt und sich lieber, unter starrer Beibehaltung dieser Annahme, unklaren und im Verlaufe seiner Beschäftigung mit Chemie sich widersprechenden Vorstellungen hingab, als daß er die, von ihm stets hartnäckig bestrittene Lavoisier'sche Lehre anerkannt hätte. Der Phlogistontheorie, welche ursprünglich nur zur Erklärung qualitativer Erscheinungen aufgestellt war, blieb Priestley als unermüdlicher, als der letzte namhafte Vertheidiger derselben auch noch getreu, als die Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse und der Gewichtsänderungen in den Vorbergrund der Betrachtung gestellt wurde und nicht mehr umgangen werden konnte; auch da noch hielt Priestley daran fest, daß in den brennbaren Körpern und in den Metallen Phlogiston enthalten sei, welches bei der Verbrennung und Verkalkung austrete, um sich mit der Luft oder einem Bestandtheile derselben (der dephlogistisirten Luft) zu vereinigen, und eine Erklärung, weshalb der Metallkalk doch mehr wiege als das Metall, glaubte er durch die Annahme geben zu können, daß dem Metallkalk, wie er in dem Metall neben Phlogiston enthalten gewesen sei, bei dem Austreten des letzteren Das wiederum zugehe, was aus der Vereinigung des Phlogistons mit der Luft oder einem Bestandtheile derselben als neue Verbindung oder als Ausgeschiedenes resultire, und daß hierauf die Vergrößerung des Gewichtes des Metallkalkes, wie derselbe schließlich bei dem Versuch erhalten wird, beruhe. Schon dies Beispiel zeigt, daß seine Erklärungen gerade nicht ganz einfache waren; ich gehe auch hier auf eine vollständigere Darlegung seiner Vorstellungen, wie er sie für einzelne Körper und Vorgänge aussprach, nicht ein, auch nicht darauf, wie er sich bezüglich der, vor ihm bereits behaupteten Identität der brennbaren Luft (des Wasserstoffs)

mit dem Phlogiston äußerte, welcher Behauptung er bald zuneigte, ihr selbst durch seine Entdeckung der Reduction von Metallkalten durch Einwirkung von brennbarer Luft bei höherer Temperatur (1782) eine weitere Stütze gewährend, bald entgegnetrat, immerhin aber die brennbare Luft als sehr reich an Phlogiston betrachtend.

In ähnlicher Weise blieben andere Thatsachen, welche Priestley beobachtete und die zur besseren Erkenntniß wichtigster Gegenstände hinführten, für ihn mehr verwirrend als aufklärend. So leitete ihn die Beobachtung der Thatsache (1781), daß bei der Explosion von brennbarer mit atmosphärischer Luft Wasser zum Vorschein kommt, nicht zur Erkenntniß der Bildung und Zusammenziehung des Wassers; und daß das letztere zusammengesetzt sei, wie bald nachher entdeckt und von Lavoisier in unzweideutiger Weise ausgesprochen wurde, fand an Priestley den harmnächigsten Gegner, welcher stets dabei blieb, daß bei der Verbrennung der brennbaren Luft zu erhaltende Wasser sei nur aus den bei dem Vorgang verschwindenden (was er ausgeschiedenes). Er zuerst hatte (schon 1773) beobachtet, daß bei dem Durchschlagen electrischer Funken durch atmosphärische Luft, welche mit blauer Lackmustinktur in Berührung ist, das Luftvolum sich verkleinert und die Flüssigkeit geröthet wird (er glaubte, fixe Luft bilde sich, und die electriche Materie müße entweder Phlogiston sein oder es enthalten), er dann den Anstoß dazu gegeben, daß man die atmosphärische Luft als aus dephlogistisirter und phlogistisirter zu betrachten habe; aber als später wahrgenommen und von ihm bestätigt wurde, daß die nach der Explosion von (unreinem) Knallgas vorhandene Flüssigkeit eine Säure enthält, welche Andere als Salpetersäure erkannten, und es sich um die Entstehung der letzteren handelte, war gerade für Priestley Das, was er selbst früher gefunden, keine Anhaltspunkte für die Erkenntniß bietend, in welchen Beziehungen die Salpetersäure zu der dephlogistisirten und der phlogistisirten Luft stehe, sondern standhaft behauptete er nun, Salpetersäure sei das wesentliche Product, das aus brennbarer Luft und dephlogistisirter

Luft bei dem Verbrennen der ersteren entstehe. So führte ihn die Beobachtung der Thatjache (1775), daß bei fortgesetztem Durchschlagen electricischer Funken durch die s. g. alkalische Luft (das Ammoniakgas; von ihm schon 1773 durch Erhitzen von Salmiak mit gelöschtem Kalk erhalten) dieselbe ihr Volum stark vergrößert und sich zu Luft, die bei Zusatz von Wasser unabsorbirt bleibt, umwandelt, nicht zu der Erkenntniß, was etwa hier neben der brennbaren Luft, deren Auftreten ihm nicht entging, zum Vorschein komme; und auch eine spätere Beobachtung (1783), daß bei dem Erhitzen von Bleikalk in alkalischer Luft der erstere reducirt wird und phlogistisirte Luft rückständig bleibt, führte ihn noch nicht zu der Entdeckung der wahren Zusammensetzung der alkalischen Luft. Was ihm hier versagt blieb, erschoß sich bald Anderen in genauerer Feststellung der Bedingungen und Erfolge und richtiger Deutung; später erst wurde klar gemacht, wie es sich mit der von Priestley (schon 1772, bei dem Glühen von Kalkstein in einer eisernen Röhre) beobachteten Bildung eines entzündlichen Gases verhält, das von ihm mit der eigentlichen brennbaren Luft (dem Wasserstoffgas) für identisch gehalten wurde und durch diese Verwechslung während einiger Zeit (von 1796 an, wo Priestley die Bildung dieses Gases, des Kohlenoxydes, bei dem Erhitzen von Hammerschlag mit Kohle besonders hervorhob) dem von Lavoisier aufgestellten Systeme so viele verwirrende Schwierigkeiten bot.

In dem Vorhergehenden wurden bereits mehrere Gase genannt, welche Priestley zuerst als eigenthümliche Lustarten kennen lehrte; aber größer noch ist die Zahl solcher Gase, welche er bei seinen Versuchen darzustellen lernte und mittelst der von ihm vervollkommeneten Vorrichtungen, namentlich auch durch die Anwendung von Quecksilber an der Stelle von Wasser als Sperrflüssigkeit, aufzusammeln wußte. Schon 1773 beobachtete er, daß die Salpeterluft, wenn (feucht) längere Zeit mit Eisen in Berührung, zu einer anderen Lustart umgewandelt wird, und dieselbe Lustart (das Stickoxydul) erhielt er dann noch rascher bei Einwirkung der Salpeterluft auf Schwefelleber. Ueber Queck-

silber fing er mehrere Gase auf, welche er zuerst beschrieb: außer dem Ammoniakgas auch das salzsaure (1772), das schwefligsaure (1775) und das durch Erhitzen des Flußpaths mit Vitriolsäure in Glasretorten (1775) erhaltene Gas (das Fluorsiliciumgas; Priestley bezeichnete es als stußsaure Luft), dessen Natur erst von Anderen richtiger erkannt wurde; und wie er von jeder Säure glaubte, sie müsse eine ihr eigenthümliche Lustart zu liefern im Stande sein, beschrieb er (1775) auch ein aus der Essigsäure zu erhaltendes vegetabilisch-saures Gas, aber er selbst bezweifelte bald die Existenz einer solchen Lustart und nahm seine Angabe dann wieder zurück.

Wesentlich verschieden von Priestley's Leistungen für die Chemie waren die seines Landsmannes H. Cavendish (1731—1810). In enger Beziehung standen mehrfach die Arbeiten beider Forscher, sofern Versuche des Einen durch solche des Anderen veranlaßt, gekreuzt, vervollständigt wurden. Die Untersuchungen Cavendish's erstreckten sich nicht auf so vielerlei Körper und Vorgänge als die Priestley's, aber die des Ersteren waren durchgeführter, was die Behandlung jeder in Angriff genommenen Aufgabe betrifft, und die Ergebnisse waren theilweise von um so größerem Gewichte. Die von Priestley über denselben Vorgang oder Körper zu verschiedenen Zeiten gemachten Mittheilungen lassen es manchmal sehr zweifelhaft, welche Zeit man als die einer gewissen darauf bezüglichen Entdeckung nennen soll; während er einen Gegenstand, welcher ihm Neues bot, wohl wiederholt aber immer verhältnißmäßig nur flüchtig berührte, nahm Cavendish denselben fest in die Hand, ihn nach verschiedenen Zeiten genauerer Feststellung Dessen, was er zeigt, unterwerfend. Priestley ging um so kühner und rascher von einer Entdeckung zur anderen, je weniger er sich bewußt war, wie viel bei jeder noch unerlebt blieb; Cavendish beharrte bei jeder Untersuchung, bis er mit Dem abgeschlossen hatte, was — von dem von ihm einmal eingenommenen und dann eingehaltenen Standpunkt aus — dem

zu erforschenden Gegenstand an Aufklärung zugewendet werden konnte. Priestley war hastig in der Mittheilung der Ergebnisse seiner Arbeiten, Cavendish zurückhaltend, und zwar so, daß Einiges, selbst Wichtigeres, überhaupt nicht von ihm publicirt worden ist und für Anderes die Verzögerung der Bekanntmachung von ihm erlangter Resultate bis zu möglichster Vollständigkeit derselben, wo inzwischen Beobachtungen und Aussprüche Anderer rascher der Öffentlichkeit übergeben wurden, verschiedene Ansichten darüber aufkommen ließ, wem eigentlich die Priorität einer wichtigen Entdeckung zuzuerkennen sei. Für Fragen, welche durch Wahrnehmungen Priestley's angeregt wurden, brachte Cavendish werthvolles Material zur Beantwortung bei, ohne die letztere selbst richtig auszusprechen: auch er blieb dem von der Phlogistontheorie gegebenen Standpunkte der Betrachtung treu, und von diesem aus gelangte er nicht zu einer richtigen Deutung des von ihm selbst Gefundenen; aber was er gefunden, ließ sofort das Wahre ersehen, wurde es von einem, durch jene Theorie nicht mehr beirrten Forscher wie Lavoisier ins Auge gefaßt.

Cavendish's naturwissenschaftliche Untersuchungen gehören nur zum Theile der Chemie an, und von Dem, was er in dieser Richtung gearbeitet, können hier nur die wichtigsten Ergebnisse in Erinnerung gebracht werden. Dahin gehört, daß er (1766) neben der Bestätigung der Eigenthümlichkeit der fixen Luft den Nachweis gab, daß die s. g. brennbare Luft aus Metallen gleichfalls eine eigenthümliche Luftart ist. Wie die Entwicklung der ersteren Luftart schon vor Black wahrgenommen worden war, ohne daß man die Erkenntniß festgehalten hatte, es sei diese Substanz eine von der gemeinen Luft ganz verschiedene: so auch die Entwicklung der letzteren Luftart vor Cavendish, welcher dieselbe zuerst genauer kennen lehrte. Er erhielt diese Luftart bei der Lösung von Zink oder Eisen in verdünnter Vitriolsäure oder in Salzsäure, oder von Zinn in der letzteren Säure: in derselben Menge bei Einwirkung der einen oder der anderen Säure auf dasselbe Gewicht Zink, von