Die zeitalter der chemie in wort und bild / Von Dr. Albert Stange. Mit vielen porträts und abbildungen nach originalen.

Contributors

Stange, Albert, 1873-

Publication/Creation

Leipzig : O. Wigand, 1908.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/adc7zfc9

License and attribution

Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

(2) AMB

2284/41

WELLCOME HISTORICAL MEDICAL LIBRARY

ACCESSION NUMBER

71029

PRESS MARK

AMB

X85180

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b24856393

Die

Zeitalter der Chemie

in Wort und Bild.

Von

Dr. Albert Stange.

Mit vielen Porträts und Abbildungen nach Originalen.

Otto Wigand
Verlagsbuchhandlung und Buchdruckerei m. b. H.
Leipzig, 1908.

Otto Wigand, Verlagsbuchhandlung und Buchdruckerei m. b. H., **Leipzig.**

Jahresbericht

über die Leistungen

der

Chemischen Technologie

mit besonderer Berücksichtigung

der

Elektrochemie und Gewerbestatistik

Bearbeitet von

Dr. Ferdinand Fischer

Professor an der Universität in Göttingen.

(Jahrgang I bis XXV von R. v. WAGNER.)

Jährlich 2 Abteilungen à 15 Mark.

Der »Jahresbericht der chemischen Technologie« ist ein **Archiv,** in dem die Resultate der chemisch-technologischen Forschungen und Erfahrungen **eines** Jahres niedergelegt werden.

Ich empfehle daher jedem Abnehmer des Jahresberichts in seinem eigenen Interesse, sich die **vollständige Serie, d. h. Band I—LI mit 4 Generalregister-Bänden,** anzuschaffen und gebe diese Reihe, deren Ladenpreis **M. 990.10,**

für M. 660.—.

= Kleinere Serien nach Übereinkunft. =

Noch im Herbst erscheint:

Generalregister

über

Band XLI bis L.

Preis ca. 9 Mark.

Die Zeitalter der Chemie

in

Wort und Bild.

Die
Zeitalter der Chemie
in Wort und Bild.

Von

Dr. Albert Stange.

Mit vielen Porträts und Abbildungen nach Originalen.

Otto Wigand
Verlagsbuchhandlung und Buchdruckerei m. b. H.
Leipzig, 1908.

fallen

(2) AHB

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

Seiner Königlichen Hoheit

Dr. med. Prinz Ludwig Ferdinand von Bayern

in tiefster Ehrfurcht gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Das vorliegende Werk: „Die Zeitalter der Chemie“ hat den Zweck, dem Leser ein übersichtliches Bild von der Entwicklung der Chemie im Laufe der verschiedenen Jahrhunderte zu geben, dasselbe soll nicht nur dem Chemiker, sondern jedem Gebildeten, besonders dem Industriellen und dem Volkswirt eine lehrreiche Lektüre sein.

Um dem Werke erhöhtes Interesse zu verleihen und die einzelnen Zeitalter der Chemie der Vorstellung des Lesers näher zu bringen, sind zahlreiche Abbildungen eingefügt, wodurch das vorliegende Buch von den bereits vorhandenen Werken über die Geschichte der Chemie sich unterscheidet. Den Biographien der hervorragenden Männer, an deren Namen sich die Hauptfortschritte der Chemie knüpfen, wurden Porträts beigegeben; die übrigen Abbildungen erstrecken sich auf Reproduktionen alter Holzschnitte, die uns die Form alter chemischer Gerätschaften, Tabellen usw. zur Anschauung bringen. Außerdem wurden dem Werke zwei ganz besonders wichtige Tafeln beigegeben, und zwar die neueste von Herrn Prof. Dr. Ost angefertigte, wesentlich verbesserte Entstehungstabelle der wichtigsten Produkte und der von Herrn Dr. v. Brunck, Ludwigshafen, ausgearbeitete Stammbaum der Teerfarben. Beide Tafeln befinden sich im Original im „Deutschen Museum“, und verfehlen wir nicht, den genannten Herren, sowie der Leitung des „Deutschen Museums“ für die genehmigte Reproduktion auch an dieser Stelle unseren verbindlichsten Dank abzustatten.

Besonderes Gewicht wurde darauf gelegt, zu zeigen, was die Chemie an volkswirtschaftlichen Werten geschaffen hat. Zunächst soll geschildert werden, wie die wichtigsten Zweige

der chemischen Industrie entstanden sind, wie ihnen eine wissenschaftliche Grundlage gegeben wurde durch Aufklärung der Prozesse, wie sie durch die Forschung genährt und bereichert wurden, welche Umgestaltung sie dadurch erfuhren, daß die Wissenschaft ihnen neue Produkte, Mittel und Wege schuf und wie neue Entdeckungen im Laboratorium neue Industrien ins Leben riefen. Alsdann betrachten wir an der Hand einiger wichtiger Statistiken den Aufschwung, den die einzelnen Industriezweige in den letzten Jahrzehnten genommen haben. Ein Beispiel für die mächtige Entfaltung der chemischen Industrie bieten besonders die Farbenfabriken, von deren Größe schon das Areal ein deutliches Bild gibt.

So soll der Leser durch Wort und Bild eine deutliche Vorstellung davon bekommen, wie sich aus primitiven Handwerksgebräuchen, aus phantastischen Spielereien und verworrenen Spekulationen eine mächtige Wissenschaft von umfassender Bedeutung und in ihrem Gefolge eine mannigfaltige, gewaltige Industrie heraus entwickelte.

Möge das vorliegende Werk dazu beitragen, das Verständnis für die geistige und wirtschaftliche Macht der Chemie, das in vielen Kreisen noch der Weckung bedarf, zu fördern.

München-Nymphenburg, Sommer 1907.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

1. Abschnitt: **Die ältesten Kenntnisse von der Materie** 1

Kenntnisse der Ägypter S. 2, der Phönizier 2, der Griechen 3, Metalle 3, Glasmacherei 25, Töpferei 26, Färberei 26, Seifen 27, Heilmittel 27.

2. Abschnitt: **Die philosophischen Anschauungen der Griechen und die Frage nach den Elementen** 29

Chion Asklepios (1300 v. Chr.) S. 30, Hippokrates (500 v. Chr.) 30, Galenus (131 n. Chr,) 30, Demokrit von Abdera (500 v. Chr.) 30, Plato (400 v. Chr.) 31, Aristoteles (384—322 v. Chr.), Solon (460—370 v. Chr.), Pythagoras (582—500 v. Chr.), Demokrit (640—559 v. Chr.), Platon (427—347 v. Chr.) 32, Elemente der Griechen 32, Herodot von Ephesus (500 v. Chr.) 33, Empedokles aus Agrigent (440 v. Chr.), Zweijochungssystem 33, Aristoteles'sche Elemente, „Quinta essentia" 34, Chemische Verbindung, Begriff bei den Alten 35.

3. Abschnitt: **Das Zeitalter der Alchemie oder das der Metallverwandlung** 37

Hermes Trismegistos S. 38, „Tabula smaragdina" 38, Metallverwandlung bei den antiken Völkern 42, Abu-Mussa-Dschafar al-Sofi (Geber) 43, Rhazes, Avicenna, Averrhoës 44, Albertus Magnus (1193—1280) 45, Roger Baco (1214—1294) 50, Arnaldus Villanovus (1235?—1313?) 53, Raymundus Lullus (1235—1315) 54, Vinzenz von Beauvais 56, Isaak und Jakob Hollandus 57, Nikolaus Flamel 58.

4. Abschnitt: **Das Zeitalter der medizinischen Chemie** 68

Philippus Theophrastus Paracelsus (1493—1541) S. 69, Georg Agricola (1494—1555) 86, Basilius Valentinus 100, Turquet de Mayerne (1573 bis 1655) 122, Oswald Croll († 1609) 122, Adrian v. Minsicht 122, Thomas Lieber 123, Andreas Libau († 1616) 123, Angelus Sala 124, Joh. Bapt. van Helmont (1577—1644) 125, Daniel Sennert (1572—1637) 137, Johann Rudolf Glauber (1604—1668) 138, Thomas Bartholin (1616—1680) 144, Hermann Conring (1606—1681) 144, de le Boë Sylvius (1614—1672) 144, Thomas Willis (1621—1675) 147, pharmazeutische Chemie im iatrochemischen Zeitalter 148, Valerius Cordus 153, Metallurgie 154, technische Chemie 155, Agrikulturchemie 156, B. Palissy 156.

Seite

5. Abschnitt: **Das Zeitalter der Phlogistontheorie von Boyle bis Lavoisier** 158

Robert Boyle (1627—1691) S. 161, Thomas Willis (1621—1675) 167, John Mayow (1645—1679) 167, Nicolaus Lemery (1645—1715) 169, Ludwig Lemery (1677—1743) 170, Wilhelm Homberg (1662—1715) 170, Nicolaus Lefèbvre († 1674) 171, Johann Kunkel (1630—1703) 172, Johann Joachim Becher (1635—1682) 176, Georg Ernst Stahl (1660—1734) 177, Friedrich Hoffmann (1660—1742) 184, Hermann Boerhave (1668—1738) 185, Caspar Neumann (1683—1737) 187, Johann Theodor Eller (1689—1760) 188, Andreas Sigismund Marggraf (1709—1782) 188, Johann Heinrich Pott (1692—1777) 190, Stephan Franz Geoffroy (1672—1731) 191, Heinrich Ludwig Duhamel de Monceau (1700—1741) 193, Wilhelm Franz Rouelle (1703—1770) 193, Peter Josef Macquer (1718—1784) 194, Gründung von wissenschaftlichen Gesellschaften 195, Joseph Black (1728 bis 1799) 196, Heinrich Cavendish (1731—1810) 198, Joseph Priestley (1733 bis 1801) 199, Torbern Bergmann (1735—1784) 202, Carl Wilhelm Scheele (1742—1786) 203.

Spezielle Geschichte des phlogistischen Zeitalters. — Die pneumatische Chemie und ihre Beziehungen zur Phlogistontheorie 206

Entwicklung der theoretischen Ansichten über die Elemente und die chemischen Verbindungen im phlogistischen Zeitalter 210

Die praktisch-chemischen Kenntnisse im phlogistischen Zeitalter . . . 214

Die technische Chemie im phlogistischen Zeitalter 216

6. Abschnitt: **Die Chemie der neueren Zeit von Lavoisier bis auf unsere Tage oder das Zeitalter der quantitativen Untersuchungen** . . . 223

Die antiphlogistische Chemie von 1775 bis Ende des 18. Jahrhunderts 224

Antoine Laurent Lavoisier (1743—1794) S. 225, Louis Bernard Guyton de Morveau (1737—1816) 234, Claude Louis Berthollet (1748—1822) 236, Anton Franz Fourcroy (1755—1809) 238, Louis Nicolas Vauquelin (1763—1829) 239, Martin Heinrich Klaproth (1743—1817) 243, Jeremias Benjamin Richter (1762—1807) 248, Joseph Louis Proust (1755—1826) 250, John Dalton (1766—1844) 254, Thomas Thomson (1773—1852) 260, Humphry Davy (1778—1829) 261, Louis Jacques Thénard (1777—1857) 266, Joseph Louis Gay-Lussac (1778—1850) 267, Jacob Berzelius (1779—1848) 271, P. L. Dulong (1785—1838) 280, T. A. Petit (geb. 1791) 281, Eilhard Mitscherlich (1794—1863) 282, Michael Faraday (1791—1867) 293, Wilhelm Heisinger (1766—1852) 295, Auguste André Thomas Cahours (1813—1891) 304, Robert Wilhelm Bunsen (1811—1899) 305, Justus von Liebig (1803—1873) 308, Friedrich Wöhler (1800—1882) 319, Jean Baptiste André Dumas (1800—1884) 321, E. M. Péligot (1811—1890) 324, August Laurent (1807—1853) 324, Karl Friedrich Gerhardt (1816—1856) 325, Karl Adolf Wurtz (1817—1884) 326, Aug. Wilh. von Hofmann (1818—1892) 327, August Kekulé (1829—1896) 329, A. W. Williamson (1824—1904) 331, Hermann Kolbe (1818—1884) 332, Rudolf Schmitt (1830—1898) 334, Edwin Frankland (1825—1899) 336, Alexander von Butlerow (geb. 1828) 343, Stanislaus Cannizzaro (geb. 1820) 343, Christian

Seite

Wilhelm Blomstrand (1826—1897) 344, Rudolf Fittig (geb. 1835) 345, Albert Ladenburg (geb. 1842) 345, Ad. Claus (1840—1900) 346, Victor Meyer (1848—1897) 347, Johannes Wislicenus (1835—1902) 349, Louis Pasteur (1822—1895) 350, Adolf v. Baeyer (geb. 1835) 353, Hans Freiherr v. Pechmann (1850—1902) 354, Emil Fischer (geb. 1852) 354, Philipp Otto Fischer (geb. 1852) 355, Wilhelm Traube (geb. 1866) 356, Carl Graebe (geb. 1841) 356, Carl Theodor Liebermann (geb. 1842) 356, Wilhelm Königs (1851—1906) 356, Ludwig Knorr (geb. 1859) 357, Eugen Bamberger (geb. 1857) 357, Arthur Rudolf Hentzsch (geb. 1857) 357, Ludwig Claisen (geb. 1851) 357, William Henry Perkin sen. (geb. 1838) 358, William Henry Perkin jun. (geb. 1860) 358, Arthur George Perkin (geb. 1861) 358, Karl Jacob Löwig (1803—1890) 359, Wilhelm Lossen (1838—1906) 359.

Systematik der Elemente 360

Henry E. Roscoë (geb. 1833) 360, Jean Charles Gallissard de Marignac (1817—1894) 361, Jean Servais Stas (1813—1891) 361, Max Pettenkofer (1818—1901) 364, Lothar von Meyer (1830—1895) 364, Demitrij Iwanowitsch Mendélejeff (1834—1907) 365, Die Atomgewichte der Elemente nach dem periodischen System geordnet 367, Michail Iwanowitsch Konowaloff (1858—1906) 368, Isidor Traube (geb. 1860) 368.

Analytische Chemie 369

Qualitative Analyse 369, quantitative Analyse 370, Heinrich Rose (1795 bis 1864) 371, Gustav Rose (1798—1873) 372, Karl Remigius Fresenius (1818—1897) 372, Nicolai Alexandrowitsch Menschutkin (1842—1907) 373, Entwicklung der Titrimetrie 373, Friedrich Mohr (1806—1879) 374, Jacob Volhard (geb. 1834) 376, technische Gasanalyse 377, Clemens Winkler (geb. 1838) 377, Walter Mathias Hempel (geb. 1851) 377, Hans Bunte (geb. 1848) 378, Entwicklung der Analyse organischer Substanzen 378, technisch-chemische Untersuchungsmethoden 379, Analyse von Nahrungs- und Genußmitteln 379.

Die physikalische Chemie der neueren Zeit 380

Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution von Verbindungen und ihrem physikalischen Verhalten 380, Hermann Kopp (1817—1882) 380, Die kinetische Gastheorie 382, Spektralanalyse 382, spezifische Wärme von Elementen 383, optisches Verhalten fester und flüssiger Stoffe 383, Zirkularpolarisation 384, osmotische Vorgänge 384, Molekulargewichtsbestimmung 384, Ernst Otto Beckmann (geb. 1853) 384, Problem der elektrischen Dissoziation 384, Elektrolyse 385, Theorie schmelzflüssiger Elektrolyte 385, Radioaktivität 385, Wilhelm Ostwald (geb. 1854) 385, Jacobus Henricus van 't Hoff (geb. 1852) 386, Hendrik Willem Bakhuis Roozeboom (1854—1907) 387, Hermann Walter Nernst (geb. 1864) 387, Hans Jahn (1853—1906) 388, Svante August Arrhenius (geb. 1859) 388, Wilhelm Borchers (geb. 1856) 389, Johann Wilhelm Hittorf (geb. 1824) 389, Josiah Willard Gibbs (1839—1903) 390, Die Thermochemie 390, G. H. Heß, 390, Julius Thomsen (geb. 1826) 391, Marcellin Berthelot (1827—1907) 391, Verfeinerung der kalorimetrischen Methode

Seite

392, Friedrich Karl Adolf Stohmann (1832—1897) 392, Henry Moissan (1852—1907) 393, Die Photochemie 394, Josef Maria Eder (geb. 1855) 395, Eduard Valenta (geb. 1857) 396, Radioaktivität 396, Antoine Henri Becquerel (geb. 1852) 396, Pierre Curie (1859—1906) 397, Friedrich Oscar Giesel (geb. 1852) 397, Karl Andreas Hofmann (geb. 1870) 397, Ernst Rutherford (geb. 1871) 398, Sir William Ramsay (geb. 1852) 398, Entwicklung der Verwandtschaftslehre 398, Agrikulturchemie und physiologische Chemie 399, J. B. Boussingault 400, Phytochemie 401, Zoochemie 401, chemische Zusammensetzung der Milch 402, Franz Soxhlet (geb. 1848) 402, chemische Zusammensetzung des Fleisches 403, Gährungschemie 403.

Technische Chemie 404
Unterrichtslaboratorien 404, anorganische Großindustrie 408, Industrie künstlicher Farbstoffe 408, Präparatenindustrie 409, Statistisches 409.

Chemische Grossindustrie 417
Schwefelsäurefabrikation 417, Salpetersäurefabrikation 418, Sodaindustrie 419, das elektrolytische Verfahren 422, Chlor 422.

Die Industrie der chemisch-pharmazeutischen u. dergl. Produkte . . . 424
Anorganische Präparate 425, Alkalien- und Schwefelalkalien 427, Halogene 427, Oxydationsmittel 427, Metalloid- und Metallverbindungen 428, Organische Präparate 431, Gruppe der Antipyretica 432, Statistisches 438.

Die Industrie künstlicher Farbstoffe 438
Geschichtliches 438, Gewinnung des Alizarins 440, der Indigo 441, Erfindung der Anilin- und Alizarinfarben 442, natürliche organische Farbstoffe 443, künstliche organische Farbstoffe 444, Teerfarbstoffe 445, Fabrikation von Azofarbstoffen 446, natürliche anorganische Farbstoffe 447, künstliche Mineralfarbstoffe 447, Wirtschaftliches 449.

Die Industrie der Teerprodukte 451
Geschichtliches 451, Wirtschaftliches 452, 453.

Die Industrie der Fette und Öle 453
Seifenfabrikation 453, Speiseöle 456, Glycerin 456.

Die Industrie der Sprengstoffe und Zündwaren 457
Geschichtliches 457, Christian Friedrich Schönbein (1799—1868) 458, Ascagne Sobrero 459, Nobel 459, Vieille 460, Sprengstoffindustrie 460, Zündwarenfabrikation 461, A. Schrötter 461, Böttger 462, Statistisches 462.

Die Industrie der künstlichen Düngestoffe 462

Die Industrie der künstlichen Riechstoffe 465

Schlusswort 467

Chemische Literatur 471
Zeitschriften 472, Franz Hofmeister (geb. 1850) 472, Paul H. Jacobsohn (geb. 1859) 472, Georg Krause (geb. 1849) 472, Otto Nicolaus Witt (geb. 1853) 473, Felix Benjamin Ahrens (geb. 1863) 473, Albrecht Kossel (geb. 1853) 473, Karl Kerp (geb. 1866) 474, Ernst von Meyer (geb. 1847) 474, Albert Hesse (geb. 1866) 474, Max Rudolphi (geb. 1871) 474, Berthold Rassow (geb. 1866) 475, Richard Lorenz (geb. 1863) 475,

Seite

Gustav Tammann (geb. 1861) 476, Richard Abegg (geb. 1869) 476, Heinrich Danneel (geb. 1867) 476, Ernst Schmidt (geb. 1845) 477, Heinrich Beckurts (geb. 1855) 477, Zeitschriften in Frankreich 478, Zeitschriften in England 478, Jahrbücher und Jahresberichte 478, Richard Meyer (geb. 1846) 478, Rudolf v. Wagner (1822—1880) 479, Ferdinand Fischer (geb. 1842) 479, Johannes Stark (geb. 1874) 480, Paul Friedländer (geb. 1857) 480, Handbücher 480, O. Dammer 481, Friedrich Konrad Beilstein (1838—1906) 481, Max Moritz Richter (geb. 1861) 481, Lehrbücher 482, Friedrich Hermann Theodor Ost (geb. 1852) 482, Robert Otto (1837—1907) 483.

Literatur-Nachweis 484

Namen-Register 489

Sach-Register 506

Erster Abschnitt.

Die ältesten Kenntnisse von der Materie.

Betrachtet man den heutigen gewaltigen Ausbau der wissenschaftlichen Chemie mit ihren unübersehbaren Seitendisziplinen, so muß man sich sagen, daß diese kolossale Geistesarbeit nicht erst seit dem 18. Jahrhundert entstanden sein kann, sondern daß schon vor dieser Zeit große

Aristoteles mit seinen Schülern (Holzschnitt 1530 Valencia.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

chemische Forscherarbeit geleistet sein mußte. Vornehmlich sind es alte griechische Erinnerungen, die uns bei einer Betrachtung dieses Kapitels den Stoff geben. Bezüglich der Quellen sind wir zum Teil auf Gräberfunde, zum Teil auf einzelne Stellen alter Autoren angewiesen. Von letz-

teren kämen hauptsächlich in Betracht: Theophrastos 371—286 v. Chr., ein Schüler des Plato und des Aristoteles; von ihm ist uns ein Werk über Mineralien erhalten; dann von den späteren: der Grieche Dioskorides (Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr.) und der Römer Cajus Plinius Secundus (der ältere Plinius), welcher 23 n. Chr. geboren wurde und beim Ausbruche des Vesuvs zu Pompeji im Jahre 79 umkam. Aristoteles kommt hier weniger in Erwähnung, und wir werden im zweiten Teile ausführlich auf ihn zurückkommen. Sehr wichtig ist vor allem das Sammelwerk des Plinius, die große „naturalis historia", weil uns dieselbe einen ziemlichen Überblick über die antike Naturkenntnis gestattet; leider aber wissen wir gar oft Benennungen nicht zu deuten, weil ihr Sinn sich geändert hat, und geraten hierdurch in mannigfache Zweifel. Von den in der Natur vorkommenden Rohstoffen sind die Metalle am frühesten genauer bekannt geworden.

Bevor wir uns jedoch mit der „naturalis historia" befassen, möchten wir in großen Zügen einiges über die Kenntnisse der alten Völker vorausschicken.

Von den Völkern, über deren Kenntnisse in Betreff chemischer Dinge uns Nachrichten zugekommen sind, haben wir vor allem die Ägypter, die Phönizier, die Israeliten, die Griechen und Römer zu nennen; die Chinesen hatten schon in aller Frühe einen gewißen Grad von Civilisation erlangt, doch übte dieselbe auf den allgemeinen Bildungsgang des menschlichen Geschlechts einen nur beschränkten Einfluß aus.

Die Ägypter waren ein kunstsinniges Volk und hatten auch viele Kenntnisse von chemischen Tatsachen; z. B. mußte bei ihnen die Gewinnung und Bearbeitung der Metalle zu einem hohen Grade der Vollkommenheit gediehen sein, da nur diese ihnen die nötigen Werkzeuge zur Darstellung vieler noch vorhandenen Kunstwerke geben konnten. Ebenso wurde die Färberei von ihnen in hervorragender Weise ausgeübt, die Bereitung des Glases war ihnen bekannt. Die Hüter und Eigentümer der Kenntnisse von Naturwissenschaften waren die Priester, die dieselben in den Tempeln geheimnisvoll lehrten. In späterer Zeit gelang es denn auch wißbegierigen Ausländern wie Solon 600, Pythagoras 550, Herodot 440, Plato 380 v. Chr. u. a. sich einen Einblick in deren Lehren zu verschaffen.

Die Phönizier waren ein praktisches Volk und hatten vorzügliche Kenntnisse in der Färberei, die sie infolge ihrer Eigenschaft als handeltreibendes Volk lebhaft förderten. Zu erwähnen wäre noch die Glasbereitung und der große Handel mit Zinn.

Während wir im großen ganzen nur wenig Positives über die Ägypter und Phönizier wissen, haben wir von den Israeliten bedeutend

(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

mehr Anhaltspunkte über die Kenntnisse der Chemie zu verzeichnen. Dieser Volksstamm, unter den Ägyptern wohnend, hatte die beste Gelegenheit, sich von letzteren die nützlich erscheinenden Begriffe anzueignen. Das soll hierbei ausdrücklich bemerkt werden, daß, wenn sie auch mehrere Metalle wie: Gold, Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Eisen, sowie metallurgische Prozesse kannten, sie doch in keiner Weise die Ägypter und Phönizier an chemischen Wissen übertrafen, im Gegenteil blieben die Israeliten, was Anzahl und Anwendung der Tatsachen betrifft, hinter denen der eben erwähnten Völkerschaften erheblich zurück.

Wir kommen nunmehr zu den Griechen, die seinerzeit den höchsten Punkt der wissenschaftlichen Ausbildung erreicht hatten, von ihnen haben wir genügend schriftliche Dokumente, die uns Zeugnis von ihrem naturwissenschaftlichen Verständnisse geben.

Bei den ältesten Griechen, in der Zeit Homers (etwa 800 v. Chr.), finden wir dieselben Kenntnisse erwähnt, die auch den Ägyptern und Phöniziern bekannt gewesen waren. Auch die Israeliten hatten schon lange vor ihnen Kenntnis von den Metallen; es beweist schon allein die Tatsache, daß dieselben das Eisen viel wertloser schätzten als die Griechen, die es als ein seltenes Metall betrachteten. Ebenfalls mußte der Reduktionsprozeß noch sehr unvollkommen und wenig betrieben sein, denn zu den Werkzeugen, wozu gerade das Eisen sich besonders eignet, wurden minder geeignete, jedoch öfter gediegen vorkommende oder leichter aus ihren Erzen darstellbare Metalle, z. B. mit Zinn legiertes Kupfer, verwandt. Wenngleich die Griechen in ihren wissenschaftlichen Arbeiten große Erfolge erzielten, so erfuhren die Naturwissenschaften nur wenig Beachtung. Der Grund hierfür lag in der den alten Griechen eigenen Geistesrichtung.

Nach Plinius kommt der Name — Metall — daher, daß letzteres niemals vereinzelt auftritt, sondern hintereinander „μετ' ἄλλα“ gefunden wird. Bei Herodot bedeutet „μέταλλον“ Bergwerk. Charakteristisch für ein Metall wurden seine Dehnbarkeit, sein Glanz und seine Fertigkeit betrachtet. Über die Entstehung von Metallen und Erzen im Innern der Erde hatten sich die Alten die abenteuerlichsten Vorstellungen gebildet. Z. B. glaubte Aristoteles, daß die Erze durch Zutritt von Luft zu den Eingeweiden der Erde erzeugt würden, und nahm dementsprechend an, daß in abgebauten Bergwerksstrecken ein Nachwachsen der Erde stattfinde. Ja, diese Ansicht wurde noch zur Zeit Linnés (1707—1778) aufrecht gehalten. Hanns Rudthardt beschreibt diese Auffassung in der „Anzeigung des neuen, weitbetuffen Bergwerks Sanct Joachimsthal“ 1523

folgendermaßen: „Und es ist zu mercken, das zu der gefuert adder wachsung alles metallischen erczs, gehört ein wirker und ein underworffen ding. Item der gemein wirker des erczes ist der himmel mit seinem lauff, schein und einflus. Dieser einflus des himmels wird gemannichfeldiget durch den Lauff der Firmaments und widerlauff der siben planeten. Deshalben auch ein jecliches metallisch ercz, ein sunderlichen zugeeigneten einflus von . . . . sims eigenem Planeten emphabet . . . . als das golt von der sonne, adder ihren einflus, das silber von dem monde etc. . . . . Aber zu mehren verstandt der oben gestimpten wirklichkeit volget diese regel, das nach anczeigung der philosophi, das kwecksilber und der schweffel, durch des himmels lauff und einflus wie obberürt in ider vermischunge, also geuaturt, vereinet und gefertiget werden müssen zu einem metallischem corper und ercz in solcher zusammenfügung, adder vermischung des kwecksilbers und schweffels . . . . heldt sich der schweffel gleich als der männliche same und das kwecksilber wie der weibliche same in der entphahung und geberung eines kindes. Also ist der schweffel ein sunderlicher geiigneter wircker dieser ercz und metalle und das kwecksilber sein underwurff."

Ähnlich war es bei Galen und einigen arabischen Schriftstellern; man machte sich jedoch selbst keinen klaren Begriff von der Natur dieses Elternpaares der Metalle, weil jedes Metall seinen eigenen besonderen Planeten hatte, von dem es angeblich abhängig war. Um die im Altertum bekannten sieben Metalle bildlich darzustellen, benutzte man die Abbildungen derjenigen griechischen Göttergestalten, von denen die betreffenden Planeten und Metalle den Namen angenommen hatten. —

Schon in den ältesten Urkunden der Kulturvölker (Ägypter, Israeliten und Inder) stößt man auf genaue Bekanntschaft mit der Bearbeitung verschiedener Metalle. Als diejenigen, welche diese Kunst gelehrt haben, werden meist mythische Personen genannt, in der Bibel Thubalkains (1. Moses 4, 22), bei den Griechen z. B. Prometheus, Kadmus usw. — Ist die Übersetzung der hebräischen „Metalle" bedeutenden Worte richtig, so kannten die Israeliten sechs Metalle und zwar: Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei und Zinn von Theophrast erwähnt, das Quecksilber.

Manche metallurgische Prozesse waren den Griechen und Römern näher bekannt, und man findet bei Dioskorides, Plinius und späteren Schriftstellern ziemlich genaue Angaben über Erzeugung und Schmelzen der Erze. Plinius berichtet u. A. in seiner Naturgeschichte B. 7 Kap. 56 folgendermaßen: „Das Erz zu schmelzen und zu härten, soll nach Aristoteles von dem Lyder Scythes, nach Theophrast von dem Phrygier Delas,

die Verarbeitung desselben aber nach einigen von den Chalybern, nach anderen von den Cyklopen zuerst gelehrt worden sein. Eisen wurde nach Hesiodus zuerst von den Bewohnern Kretas, welche die Idäischen Daktyler hießen, Silber zuerst von dem Athener Erichthonius, nach anderen von Thoas und Eaklis in Panchaia, oder von Sol, des Oceanus Sohne, hergestellt."

Die Kenntnis von Gold und Silber reicht bis in vorgeschichtliche Zeiten zurück. Wir wissen, daß die ungewöhnliche Dehnbarkeit der Metalle das Staunen der alten Völker erregte, und daß dieselben bereits imstande waren, auf Grund dieser Eigenschaft Gegenstände mit Gold zu überziehen.

Das Gold — Sol, Aurum, Rex metallorum. Der Name — nub — Gold hängt sehr wahrscheinlich mit der Bezeichnung des Landes Nubien in Ägypten zusammen. Ferner bedeutet für das Wurzelwort des hebräischen Namens Zaháb: „glänzen" und das griechische χρύσος soll vom Sanskrit hiranya, Gold, herkommen, dessen Wurzel ebenfalls glänzen oder flammen bedeutet, während das gotische Wort „Gulth", unser Gold, wahrscheinlich mit jvalita (von jval, glänzen, abgeleitet) wie es im Sanskrit gedeutet wird, zusammenhängt. Die Goldbergwerke Nubiens wurden von den Ägyptern sehr stark ausgebeutet; nach des Agatharchides, sowie des Diodorus Siculus Berichten schlemmte man das fein gemahlene Erz und schmolz den schweren Rückstand. Zu Ramses II. Zeit sollen die Bergwerke jährlich Gold im Werte von ca. 2500 Millionen Mark geliefert haben. Das goldreiche Land Ophir, aus welchem die Phönizier das geschätzte Metall holten, wird in Indien, in Midian (Arabien) oder an der Ostküste Arabiens gesucht. Dieses Handelsvolk erschloß auch den Griechen die ersten Goldbergwerke auf der Insel Thasos. Im Altertume verstand man es schon, das Gold nicht nur im gediegenen Zustande zu gewinnen, sondern auch mit Beimengen, teils mit Schwefel- und Arsenikmetallen gemischt.

Sinnbild des Goldes.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Da das Gold in der Natur gediegen im aufgeschwemmten Lande, im Sande der Flüsse vorkommt, so ist es wahrscheinlich das erste Metall,

welches den Menschen bekannt war. Das alte Testament berichtet uns, daß sich das Gold in dem Teile der Erde befand, wo die Menschen ihre Wohnungen aufschlugen. Ferner sei an Moses erinnert, von dem wir erfahren, daß in dem Lande Hevilah, welches von dem aus dem Garten Eden kommenden Flusse Pison begrenzt wurde, sich Gold befände und — das Gold dieses Landes sei köstlich. In dem Buche Hiob 28, 1 (700 v. Chr.) lesen wir: „Es hat das Silber seine Gänge und das Gold seinen Ort". Napier berichtet in einer Abhandlung über die Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und zieht unter Bezugnahme auf das Wort des Moses zwei Schlüsse: 1. man habe damals (zu Moses' Zeiten) schon andere Fundorte des Goldes gekannt, 2. und zu derselben Zeit wären schon verschiedene Sorten im Umlauf gewesen. Moses sagt denn auch ausdrücklich, daß das Gold von verschiedenen Fundorten verschiedene Eigenschaften besitze; hieraus folgt, daß sich dieser Ausspruch wohl nur auf die Einheitsgrade des Metalles beziehen kann. Ob man seiner Zeit die Darstellung des reinen Goldes schon gekannt hat, ist noch nicht bewiesen, dagegen finden wir im alten Testament eine Stelle vom geläuterten Golde und Silber erwähnt, z. B. Sprw. 17, 3: „Wie der Tiegel Silber und der Ofen Gold, also prüfet der Herr die Herzen". Das scheint jedoch sicher zu sein, daß man die Trennung der edlen von unedlen vollziehen konnte — jedoch die Scheidung der beiden edlen Metalle, also des Goldes und Silbers, die bedeutend schwieriger ist, noch nicht gekannt hat. Wir glauben annehmen zu dürfen, daß sich die alten Metallurgen nur auf erstere Methode beschränkten, umsomehr die geringe Menge des Silbers, welches das gediegene Gold enthält, letzterem wenig von seiner Schönheit nimmt; ein anderer Grund zur Annahme dieser Ansicht ist der, daß sich eine vollständige Scheidung des Silbers von Gold durch Salpeter- oder Schwefelsäure bewerkstelligen läßt; ob eine dieser Säuren schon zu Moses' Zeiten existiert haben, ist sehr fraglich, denn wie wir aus der Geschichte ersehen, sind diese Säuren erst in viel späterer Zeit entdeckt worden. Allerdings fand Herapath auf dem zur Einbalsamierung einer altägyptischen Mumie gebrauchten Zeug, schwarze mit Silberlösung gemachte Zeichnungen, woraus er den Schluß zog, daß die Salpetersäure den alten Ägyptern bekannt gewesen sei, wenn dieses sich so verhält, kann man nicht unberechtigt an die Bekanntschaft der Alten mit dieser Säure glauben. Wir wissen aber auch, daß bei dem Bau der Stiftshütte in der Wüste Gold verwendet, daß das Metall in feinen Drähten ausgezogen, in die Gewänder der Priester verwebt wurde — hieraus ergibt sich, daß die Israeliten das Goldschlagen von den Ägyptern, welch' letzteren diese Technik schon lange

bekannt war, erlernten. Zum Bau des Tempels Salomos wurde ebenfalls eine große Menge Gold verwendet.

Herodot erwähnt des öfteren, daß die Heiden ihre Götzenbilder häufig in Gold anfertigten; die Israeliten ahmten dieses den Heiden nach, als sie Aaron zur Anfertigung des goldenen Kalbes Auftrag gaben. Moses soll nach den Berichten der heiligen Schrift dieses Kalb bei seiner Rückkehr vom Berge Sinai — indem er es im Feuer verbrannte und es zu Staub zerstampfte — vernichtet haben. Über diese Vernichtung haben sich verschiedene Kontroversen ergeben: einige, wie Gonget und Kitto glauben, Moses habe das Gold mit einem Zusatz von Nitrum oder Soda verbrannt, der schon oben erwähnte Forscher Napier erklärt sich die Sache auf eine andere Art, indem er meint, man könne die ganze Schwierigkeit leicht erklären, wenn man annehmen würde, Moses habe das Götzenbild geschmolzen, dann in Barren ausgegossen, diese durch Hämmern in Blattgold verwandelt und letzteres zu Staub verrieben, um es von den Israeliten trinken zu lassen.

Im 1. Chr. 23, 14 heißt es: „Siehe, ich habe in meiner Armut verschaffet zum Bau des Tempels des Herrn an hunderttausend Zentner Gold und tausend mal tausend Zentner Silber". Dieses Gold, welches der König David sammelte, und dessen Menge zu einem jetzigen Wert von 18 000 Millionen Mark geschätzt wird, stammt, wie überhaupt der damalige Überfluß an Gold, aus Rom, wo alles überflüssige Gold aus den Provinzen hinströmte. Wie Homer des öfteren erwähnt, häufte sich dieses Metall im Altertume in einzelnen Ländern in einer unglaublich großen Menge an; diese große Ansammlung wurde teils hervorgerufen durch den sehr geringen Verkehr, den die Völker unter sich pflegten, dann aber auch dadurch, daß jeder Eroberer soviel Gold mit sich fortführte, als er nur habhaft werden konnte, infolgedessen waren denn nach einer Rückkehr vom Feldzuge die Kassen des Siegers überfüllt.

Diodorus sagt von den Galliern: „sie fänden das Gold ohne Mühe und ohne Bergwerk in den Flüssen, trügen nicht bloß Ringe an den Fingern, damit die Äderlein, so vom Ringfinger zum Herzen streichen, gestärket würden, sondern um die Handwurzel, um den Arm, um den Hals dicke Ketten, selbst Panzer von Gold. Nach Justin (32, 3) fand der Feldherr Caepio in einem Tempel zu Tolosa Millionen Pfund Silber und anderthalb Millionen Pfund Gold.

Ungefähr 200 v. Chr. finden wir bei Diodorus die von Agatharchides herrührenden Angaben über das Kuppellationsverfahren, d. i. die Befreiung des Goldes von Beimengen, zuerst vor. Sehr interessant ist die

Mitteilung von Plinius: Der goldsüchtige Fürst Caligula ließ eine große Menge des Opermentes, weil dasselbe ein goldähnliches Ansehen hat, schmelzen. Er gewann tatsächlich ein schönes Gold, jedoch von so winziger Menge, daß ihm der Verlust sehr empfindlich war, denn er hatte nur aus Geiz diesen Versuch gemacht. Plinius schildert in seiner Naturgeschichte B. 33 Kap. 21 die Mühen und Gefahren im Bergwerke und beschreibt dann das Auswaschen des Goldes aus den Beimengen wie folgt: „Es werden nämlich zum Auswaschen dieser Trümmer von den Berggipfeln auf einem Laufe von hundert und mehr Meilen Flüsse hergeleitet; man nennt diese Corrugen vom Zusammenleiten, wie ich glaube. Auch hier gibt es tausend Arbeiten. Das Gefälle muß jähe sein, damit es mehr stürze als fließe; deshalb wird es über die höchsten Stellen geführt. Täler und Zwischenräume werden durch unterbaute Köhsen verbunden, anderwärts unwegsame Felsen durchhauen und gezwungen, als Lager für die ausgehöhlten Balken zu dienen. Die Durchhauenden hängen an Stricken, so daß sie, aus der Ferne betrachtet, nicht einmal wie wilde Tiere, sondern wie Vögel aussehen; grösstenteils schwebend wägen sie das Gefälle ab und ziehen Striche für die Richtung vor, und wo der Mensch keine findet, um seinen Fuß aufzusetzen, werden von dem Menschen Flüsse fortgeführt. Es ist ein Nachteil beim Waschen, wenn der Fluß auf seinem Laufe Schlamm mit sich bringt, und man nennt diese Erdart: Urium; man leitet deshalb über Felsen und Steine und vermeidet das Urium. Beim Anfange des Absturzes, am Rande des Berges, werden Wasserbehälter ausgegraben, welche nach jeder Seite zweihundert Fuß groß und zehn Fuß tief sind. An ihnen werden fünf Schleusen von extra drei Geviertfuß gelassen, so daß, wenn der Teich sich gefüllt hat und die Schätze herausgeschlagen werden, der Strom mit solcher Gewalt hervorbricht, daß er Felsenstücke fortwälzt. In der Ebene gibt es noch eine andere Arbeit; Gräben, durch welche er fortfließen soll, und welche man Apogen nennt, werden ausgehoben und absatzweise mit Stechginster, einem dem Rosmarine ähnlichen Strauche, welcher rauh ist und das Gold zurückhält, belegt. Bretter fassen die Seiten des Stromes ein und führen ihn schwebend über Abgründe; so fällt die durch die Rinne fließende Erde ins Meer .... das gewonnene Gold wird nicht geschmolzen, sondern ist sogleich gediegen. Nach diesem Verfahren, sowie auch in den Schachten werden Klumpen gefunden, welche mehr als zehn Pfund schwer sind. Der Ginster wird getrocknet und verbrannt und die Asche davon auf einer Unterlage von dichtem Rasen gewaschen, damit das Gold niedersinkt."

Das Amalgamierungsverfahren, sowie die Reinigung des Goldes mittels Quecksilber war zu Plinius' Zeit schon länger bekannt. Die Trennung des Silbers von Gold scheint man vor unserer Zeitrechnung noch nicht gekannt zu haben, denn dieses beweist folgende Erzählung: Archimedes sollte feststellen, ob und wie viel Silber die Krone des Königs Hiero enthalte; diese Aufgabe zu lösen, suchte er auf physikalischem Wege, indem er das spezifische Gewicht bestimmte, und nicht auf chemischem. Selbst zu Kaiser Justinians Zeiten hielt man noch die Trennung des Goldes vom Silber für eine sehr schwierige Aufgabe, so daß in den Institutionen jenes Kaisers die Scheidung von Gold und Silber mit der (Trennung) Schwierigkeit der Trennung von Wein und Honig verglichen wird.

Das Silber — Argentum, Luna, Diana. Die Entdeckung des Silbers läßt sich ebenso wie die des Goldes in allerfrüheste Zeit versetzen, darf man wohl annehmen, daß dieselbe gleichzeitig mit der des vorerwähnten Metalles stattgefunden hat. Auch hier kommt uns die heilige Schrift wieder zur Hilfe. In dem ersten Buche Moses heißt es: daß Abraham (2000 v. Chr.) reich an Vieh, Silber und Gold war; nach Sarahs Tode kaufte er von Ephron unter dem Volke Heth ein Feld zum Begräbnisplatze für 400 Sekel Silber, welche Summe er, dem damaligen Gebrauche gemäß, nicht in Münzen, sondern nach dem Gewicht entrichtete (1. Moses 23, 16). Joseph, der Enkel Abrahams, wurde von seinen Brüdern an Midianiter Kaufleute für 20 Silberlinge verkauft (1. Moses 37, 28) und als er Minister des Königs war, brachten seine Brüder in der Hungersnot Säcke voll Silber dahin, um Getreide dafür zu kaufen. Als nun Joseph sich nachher seiner Familie zu erkennen gab, schenkte er seinem jüngsten Bruder Benjamin 300 Silberlinge (1. Moses 45, 22). Im 28. Kapitel Vers 1 des Buches Hiob lesen wir: „Es hat das Silber seine Gänge, und das Gold, das man läutert, seinen Ort". Daß David und Salomon große Schätze in edlen Metallen besaßen, ist schon bei dem vorher besprochenen Metall gesagt worden. Daß das Silber seiner Zeit nicht so geachtet wurde, geht aus folgender Stelle des alten Testamentes hervor: „Alle Trinkgefäße des Königs Salomo waren gulden und alle Gefäße im Hause vom Wald Libanon waren auch lauter Gold; denn das Silber achtete man zu den Zeiten Salomos für nichts" (1. Könige 10, 21). „Und der König machte, daß des Silbers zu Jerusalem so viel war wie die Steine . . ." (1. Könige 10, 27). Von den profanen Schriftstellern des Altertums haben wir mehrfache Berichte: Ecbatana z. B. schreibt im Polybius aus der Zeit, da Alexander diesen Ort eingenommen hatte, indem es heißt, daß die Balken, die Dächer, Pfeiler, welche die Säulenhallen

des Palastes unterstützten alle mit Silber oder Goldplatten bedeckt waren; ebenfalls waren die Ziegel von Silber. Obgleich der Ort vor der Ankunft des Antiochus dreimal geplündert worden war, waren doch in dem Tempel von Ena einige mit Goldplatten belegte Pfeiler geblieben, und eine große Menge silberner Dachsteine lagen auf einem Haufen. Nach Herodot soll Crösus, König Lydiens (540 v. Chr.), dem Tempel zu Delphi Geschenke von 4000 Talenten Silber und 270 Talenten Gold also beinahe für 60 Millionen Mark Wert nach unserer heutigen Berechnung gemacht haben.

Das Silber wurde in Bezug auf seine Farbe von den Griechen ἄργυρος, von ἀργός, weiß genannt, wovon auch das lateinische „Argentum" abgeleitet wurde; ferner deutet der hebräische Name Késeph, Bleichsein, auf seine Farbe. Die Alchemisten gaben dem Metall die Bezeichnung Luna oder Diana mit dem Zeichen des Halbmondes (s. Abbildung).

Sinnbild des Silbers.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Nach Plinius sollen die Selianer schon die ergiebigsten Silberbergwerke gehabt haben, bevor die Dardeneern in Indien die reichsten Goldgruben gehabt hätten; nach ihm sind Erichthonius oder Aeacus (beides Griechen) die ersten Verbreiter des Silbers gewesen. Nach Xenophon bearbeiteten die Athener die Silbergruben ihres eigenen Landes (Attikas); auch Epirus hatte zur Zeit Strabos Silbergruben. Die Kolophonier waren die berühmtesten der Griechen wegen ihrer Geschicklichkeit, Gold zu schmelzen, aber keiner derselben war gleich erfahren darin, Silber zu schmelzen, denn nach Strabo konnten erst ihre Nachkommen das Silber mit Vorteil von den beigemengten Erden trennen.

Die spanische Halbinsel soll früher die meisten Edelmetalle hervorgebracht haben, besonders Silber; viele Autoritäten halten dieses Land denn auch für das Tarschisch der heiligen Schrift, wohin Salomo eine Handelsgesellschaft gesandt hat. Dadurch, daß die Phönizier Spanien besuchten, teilweise bewohnten, wurde der Handel zwischen Kolonisten und dem Mutterlande gefördert und auf die späteren Nachkommen, sowie auf die Einwohner von Tyrus und Sidon, welche Karthago gründeten, erweitert.

Plinius sagt, daß das beste Silber — außer in den römischen Provinzen — in Spanien und zwar in einer unfruchtbaren gebirgigen Gegend sich findet; wo man eine Ader entdeckte, wurde eine andere nicht weit davon entfernt gefunden. Ferner erwähnt er, daß noch zu seiner Zeit die von Hannibal in Angriff genommenen Gruben mit ihrem ursprünglichen Namen vorhanden waren. Überhaupt lieferte gerade Spanien mit seinem Silberreichtum Hannibal die Hilfsmittel zum Kriege, die ihn in den Stand setzten, das ganze römische Reich zu erschüttern, ferner übernahm dasselbe, wie schon eben erwähnt, lange Jahre die Gruben, in der Absicht, um riesige Vorräte anzusammeln.

Diodorus gibt uns eine Überlieferung über die Entdeckung des Mineralreichtums in Spanien (Bd. V., S. 35), in der es heißt: daß die Pyrenäen mit dicken Wäldern bedeckt waren, welche entweder durch die Schiffer oder durch den Blitz entzündet wurden und so lange fortbrannten, daß die Hitze der Mineralien schmolz und demnach das Silber, welches der Erdboden im Überfluß hatte, gleich einem Wasserstrome in die Täler lief. Er fügt ferner hinzu, daß die Einwohner, die den Wert des Metalles nicht kannten, dasselbe an die phönizischen Kaufleute gegen Kunstsachen von geringem Werte vertauschten. Diese Kaufleute, welche nur zufällig gelandet hatten, beluden ihre Schiffe mit dem kostbaren Metalle, bis sie nichts mehr fassen konnten und zuletzt ihre bleiernen Anker durch solche von Silber ersetzten. Wenn diese Angaben auch übertrieben sind, so steht doch fest, daß in damaliger Zeit von den Phöniziern, Karthagern und Römern eine enorme Menge dieses Edelmetalles aus Spanien geholt und nach allen Ländern zum Austausch gegen Waren gebracht wurde.

Nach dem Untergange des Römischen Reiches, sollen die Gruben in ganz Europa einige Jahrhunderte hindurch brach gelegen haben.

Die Reinigung des Silbers bewerkstelligte man nach Strabos Bericht zur Zeit der Geburt Christi durch Zusammenschmelzen mit Blei.

Bemerkenswert ist die Stelle im VIII. Buche Kap. 3 der Metaphysik, (Bek. 1043b 27 und Schwegler II Bd. 143) bezügl. des Silbers: Von Silber lasse sich nicht sagen, was es sei, sondern nur so viel, es sei von derselben Beschaffenheit (etwas Ähnliches) wie Zinn. Auch wurde die Legierung von Gold und Silber als besonders eigenartiges Metall betrachtet und von den Ägyptern „asem“, von den Griechen „ἤλεκτρος“ Elektros genannt, welche Bezeichnungen sich bei Homer finden.

Das Kupfer — Erz — aes cyprium — Cuprum — Orichalcum. Im alten Testament heißt das Metall Nehósheth, von Nəhásh, schimmern, in der Septuaginta als χαλκός und in der Vulgata als aes übersetzt, womit

man aber nicht nur Kupfer sondern auch Bronze und Messing bezeichnete. Das Wort Bronze soll von dem Persischen birindsch dem heutigen Messing herstammen. Auch bei Kupfer finden wir in der heiligen Schrift Stellen die von dem Bekanntsein dieses Metalles in uralten Zeiten Zeugnis ablegen. Im 2. Buch Moses Kap. 27, 2 heißt es: „Hörner sollst du auf seinen vier Ecken machen und sollst ihn mit Erz überziehen". Ebenda Vers 3: „all seine Geräte sollst du von Erz machen". Nach Berthelot besteht das Szepter des Ägypterkönigs Pepi I. aus Kupfer und ist der Bronzezeit damals noch nicht in Ägypten bekannt gewesen, so daß der Bronzezeit erst eine Kupferzeit vorangegangen zu sein scheint. Nach v. Eichwald scheinen die zu demselben Volksstamme gehörenden Urbewohner Nordasiens, die Tschuden, die Scythen im südlichen Rußland und die Kelten in Europa die Kupfererze des Altais auf rohe Weise zu Kupfer verschmolzen und dieses später mit Zinn legiert zu haben, welches höchst wahrscheinlich aus dem südlichen Asien (Leuka, Malacca, Sumatra, Siam) bezogen wurde. Revies Kupfer wurde zur Zeit Homers häufig angewendet; er bezeichnete dasselbe *καλκός* (Schwefelkupfer). Nach homerischer Schilderung waren die Helden des trojanischen Krieges mit ehernen Waffen ausgerüstet; hieraus ist zu schließen, daß zu damaliger Zeit für die Herstellung von Waffen nicht das Eisen, sondern das Erz gedient hat. Die Griechen und Römer bezogen das Kupfer hauptsächlich aus dem Geburtslande der Venus, von der Insel Cypern, und nannten es daher Aes Cyprium, welches nachher in Cuprum, von Spartianus (290 n. Chr.) zuerst benannt, umgeändert wurde. Über die Kupfergewinnung berichtet Plinius sehr wenig; zu medizinischen Zwecken wurde seit alten Zeiten die Kupferverbindungen: Aes ustum, welches wohl Kupferoxydul gewesen zu sein scheint. Squama aeris, Viride aeris und der blaue Vitriol verwendet. Über die Darstellung des Kupferoxydul gibt Plinius eine kleine Anleitung: Das cyprische Erz wird in irdenen Töpfen gebrannt, wobei entweder Schwefel, Alaun oder Salz zugefügt wurde.

Die Kupferbereitung soll nach Griechenland durch den Phönizier Kadmos gelangt sein, der im Jahre 1594 v. Chr. dorthin kam und in den Ahenoischen Gebirgen Kupfergruben eröffnet haben soll.

Über die Bronzen gibt Plinius eine Beschreibung, die nahezu mit der Zusammensetzung unseres Kanonengutes zu vergleichen ist; dieses geht aus folgenden Beispielen hervor: Plinius gibt uns diesbezügl. Rezepte: auf 100 Teile Kupfer enthalten kampanisches Erz 10 Teile Zinnlegierung, italienisches Erz 8 Teile, gräzenisches Blei 10 Teile, 5 Teile Zinn, Erz zu Geräten, 4 Teile Zinn. Zu Bronzestatuen wurde folgende Zusammen-

setzung in Anwendung gebracht: 75 Teile altes Erz, 25 Teile Kupfer und $12^1/_2$ Teile Blei; purpurfarbenes Erz zu den Säumen der Togas 100 Teile Erz und 4 Teile Blei.

Theophrast berichtet, daß schon in ältester Zeit aus Malachit und Kupferlasur Kupfer hergestellt wurde; indes ist dieses nur selten der Fall gewesen, denn weit mehr verbreitet war die Gewinnungsmethode, aus geschwefelten Kupfererzen Kupfer darzustellen. Als Erze der letzteren Art werden *χαλκίτης* und *πυρίτηςλίθος* bezeichnet, die man nach einer einfachen Aufbereitung und darauf folgendem Rösten in kleineren und größeren Schachtöfen (fornacula oder caminus) verschmolz; als Produkte aus diesem Prozeß werden aufgeführt: aes nigrum (Schwarzkupfer), aes caldarium (Scheibenkupfer, Rohkupfer, aus Schwarzkupfer erzeugt und zum Gießen benutzt) und aes regulare, aes conorarium (Stangen oder Kranzkupfer hämmerbar). Muck sucht in seiner Arbeit: Die Kupferzeit in Europa und ihr Verhältnis zur Kultur der Indogermanen (Wien 1886) den Nachweis zu bringen, daß das Kupfer (vom althochdeutschen „Kuphar") der Bevölkerung Europas einschließlich der griechischen Inseln und der asiatischen Küste des Hellespont von allen anderen Metallen das zuerst bekannte gewesen sei, und daß seine Verwendung sich über den ganzen Erdkreis verbreitet hätte.

Das Kupfer spielte bei den Alchemisten eine hervorragende Rolle und wurde wegen seiner Neigung, verschieden gefärbte Verbindungen zu geben, die Venus der Metalle genannt; nach anderer Lesart so bezeichnet, nach Venus, der Schutzgöttin Cyperns und mit deren Handspiegel (siehe Abbildung).

Sinnbild des Kupfers.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Was die Eigenschaften des Kupfers z. B. zur Färbung des Glases, die Färbung des Ammoniaks durch Kupfer, die Kenntnis des schwefelsauren Kupfers usw. betrifft, so müssen dieselben nach den Berichten des Seneca, Theophrast, Diodor, Plinius und anderer Schriftsteller schon längst bekannt gewesen sein. —

Blei, Plumbum nigrum — Stannum), dessen Kenntnis weit in das Altertum zurückreicht, wird schon von den Ägyptern, Indern und Hebräern erwähnt. Thutmes III., der größte der Pharaonen, führt das Blei in seinen Tributlisten auf. Die Inder verwendeten das Blei (sîssa, mulva) zu Amuletten und als Gewichte zum Spannen der Fäden beim Weben, ferner zur Reinigung des Silbers und zur Darstellung von Mennige als Schminke. Im 2. Buch Moses 15, 10 wird des Bleies (ophereth bedél) Erwähnung getan in dem es heißt: „Da ließest du deinen Wind blasen, und das Meer bedeckte sie, und sanken unter wie Blei im mächtigen Wasser".

In der ältesten griechischen Übersetzung ist das Bedil der Hebräer im 3. Jahrhundert v. Chr. meist durch κασσίτερος wiedergegeben, was man später mit Zinn übersetzte; freilich findet sich in jeder Übersetzung für Bedil auch das Wort μόλιβος welches zweifellos unser jetziges Blei bedeutete. Die Griechen gewannen das Blei auf Rhodus, Cypern und namentlich in Laurion; die Römer dagegen bezogen dasselbe aus Spanien, Gallien und England, ferner aus ihren Bleigruben bei Iglesias in Sardinien; in Deutschland hatten die Römer ebenfalls Bleiwerke, beispielsweise im Lahn- und Siegtale und in der Eifel. —

Sinnbild des Bleis.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Über den Schmelzprozeß weiß man wenig, da sich Plinius in seinen Schilderungen sehr undeutlich ausgedrückt hat. Die Alten sahen das Blei und Zinn nicht als verschiedene Körper, sondern nur als besondere Arten ein und desselben Metalles an. Plinius nannte die beiden Arten: Plumbum nigrum, das schwarze Blei und Plumbum candidum, das weiße Blei oder Zinn; ebenso gebraucht Plinius den später allgemein für Zinn angewendeten Ausdruck: Stannum auch für Bleilegierungen. Dieses ergibt sich aus folgenden Worten: „Das schwarze Blei hat einen doppelten Ursprung, denn entweder kommt es aus seiner eigenen Ader und bringt weiter nichts anderes aus sich hervor, oder es entsteht mit dem Silber und wird aus der gemischten Ader ausgeschmolzen. Der erste Fluß, welcher von diesem in den Öfen davon läuft, heißt Zinn (Stannum), der

zweite Silber, und was in den Öfen zurückbleibt, Bleiglanz. (Plinius, Naturgesch. B. 34 Kap. 47). Das Blei wurde bei den Römern zu Wasserleitungsröhren (fistulae im Gegensatz zu tubuli Tonröhren), Schreibtafeln, Münzen verwandt; auch war das Löten mit Blei oder mit einer Legierung von diesem und Zinn wohl bekannt, indem es wegen seiner Zähigkeit zur Befestigung von Bronze- und Eisenklammern in Quadern, als Riefen um irdene Weinfässer, als Draht zum Festhalten der Haarlocken, wegen seiner Schwere an Angeln, zum Schleudern (glans missilis, Schleudereichel der Römer) in den Riemen der Ringkämpfer und zu Gewichten diente. Ferner fand das Blei bei den Alten in der Heilkunde mannigfache Verwendung; z. B. berichtet Plinius in seiner Naturgeschichte B. 34 Kap. 50 über einige Bleipräparate, wie: Plumbum lotum — gepulvertes und mit Wasser geschlemmtes Blei, Plumbum ustum — schwarzes Schwefelblei, Scoria plumbi — geschlemmte Bleischlacke, welche aus Bleisilikat und Bleioxyd bestand. Das Bleioxyd nannte man, je nachdem es aus den Gold- oder Silberöfen herstammte, entweder Lithargyrum auri oder Lithargyrum argenti; dieses benutzte man zur Bereitung von Bleipflastern. Ferner das Psimithium oder Cerussa-Bleiweiß, Minium-Zinnober. Schon damals, wie auch im späteren Mittelalter wurde der Zinnober zum Malen der Zierbuchstaben benutzt, und man nennt diese Kunst heute noch Miniaturmalerei. Plinius verstand unter dem Namen „Minium“ auch Mennig und sagt über dessen Darstellung, daß derselbe aus Silber und Bleierzen durch Ausbrennen in Öfen gewonnen und durch nachheriges Mahlen zu Pulver gemacht wird. Ebenso war Plinius bekannt, daß das Bleiweiß durch Glühen in roten Mennig übergehe. Hieraus folgt, daß man damals schon den Mennig wie jetzt, also durch Glühen von Bleioxyd, herzustellen wußte. — Nicht unerwähnt wollen wir lassen, daß bei den Griechen zur Zeit des Dioskorides schon die Bereitung von Bleipflastern aus Bleiglätte und Öl betrieben wurde. — Die alten Philosophen gaben dem Blei das Zeichen des Saturnus, wie dieser ernst, traurig, finster und langsam, so sei jenes aschfarbig traurig und träge in jeder chemischen Operation; wie der Saturn seine Söhne verschlinge, so zerstöre und zernage das Blei die anderen Metalle.

Das Zinn — Stannum — oder Jupiter, bei den Griechen κασσίτερος genannt; man sagt, daß letzterer Name der Ilias metallisches Zinn bedeutet habe; diese Auffassung ist jedoch sehr zweifelhaft. Jedenfalls war das Metall im Altertume von größter Wichtigkeit, denn so lange man keinen Stahl kannte, konnte man das mittelst desselben dargestellte harte Produkt als einzigen Ersatz bieten. Damals verzinnte man beispielsweise Küchen-

geräte; in Indien wie in China war die Bronzeindustrie hoch entwickelt, auch prägte man in China Münzen aus Zinn. In Europa war Cadiz, unter den Römern Marseille Hauptstapelplatz für spanisches und englisches Metall. Einen bedeutenden Aufschwung nahm die Zinnindustrie durch die Ausbreitung des Glockengusses, welcher früh nach Byzanz gelangte und schon im 6. Jahrhundert in Italien im Dienste des christlichen Kultus stand.

Ungewiß ist es auch, woher die Phönizier das also bezeichnete Metall (resp. eine Legierung) geholt haben, ob aus Indien, Britannien oder Iberien. Die Lautverwandtschaft des Sanskritwortes „Kastira" mit κασσίτερος ist als Argument zugunsten der ersteren Annahme geltend gemacht worden. (Vergl. Alex. v. Humboldt, Kosmos II p. 409.) Die Sage erzählt, daß das Zinn auf den Inseln des Atlantischen Meeres gesucht und in geflochtenen und mit Häuten umnähten Fahrzeugen zugeführt wurde. Wenngleich Plinius die Kassiteriden auch an die Küste Spaniens verlegt, so dürften unter den Zinninseln des Altertums doch wohl die Scilli- oder Sorlingnes- oder die gesamten britischen Inseln zu verstehen sein, denn heute noch kommt das Zinn in Cornwall im Urgebirge vor.

Sinnbild des Zinns.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Das Zink ist als Metall im Altertum gewiß nicht bekannt gewesen; wohl aber haben seine Legierungen mit Kupfer verbreitete Anwendung gefunden. Aristoteles bezeichnete zuerst als „Erz der Mossynöken" das Messing; dasselbe wurde lange Zeit als Kupfer, welches durch Schmelzen einer Erde „cadmia" gelb gefärbt war, angesehen, war erst viel später als Legierung erkannt. Bezüglich des Zinkes weist Aristoteles darauf hin (vergl. Bekker S. 835, 62 Z. 9): „Man erzählt, das Mossynökische Erz sei sehr glänzend und weiß, nicht weil ihm Zinn zugesetzt, sondern weil eine gewisse dort entstehende Erde mit ihm zusammengeschmolzen wird." Die cadmia wird schon 300 v. Chr. als Heilmittel gerühmt und bedeutet soviel als Zinkoxyd oder auch zinkreiche Erze. Nach K. B.

Hofmann ist es nicht unwahrscheinlich, daß das Wort „Galmei“ aus Cadmia hervorgegangen ist.

Das Eisen — „Ferrum“. — Wenngleich die Anwendung des Eisens nicht so alt ist, wie die des Erzes, so reicht dieselbe nach Lepsius in die älteste Zeit hinauf und zwar bei den Ägyptern bis vor 5000 Jahren. Überhaupt waren schon die meisten Völker des Altertums mit der Bearbeitung des Eisens vertraut. Moses z. B. läßt die Bekanntschaft mit demselben bis vor die Sintflut zurückgehen. Eine Stelle aus dem 5. Buche Moses 8. Kap. V. 7 und 9 bestätigt dieses: „Der Herr, dein Gott führet dich in ein gut Land, . . . ein Land, dessen Steine Eisen sind, da du Erz aus den Bergen hauest!“ Die Griechen verlegten die Entdeckung des Eisens in die Zeit des Prometheus; über die Gewinnung des Eisens selbst, und welche Erze wohl am meisten verarbeitet wurden, wissen wir wenig; indes dürfte der Magneteisenstein vor allen anderen Eisenerzen im Altertum bevorzugt gewesen sein, denn Plinius sagt in seiner Naturgeschichte B. 34 Kap. 51, daß das Erkennen desselben ohne jede Schwierigkeit zu bewerkstelligen sei, da dasselbe sich schon durch die Farbe der Erde verrät. Aristoteles führt in seinem Buche: „Von wunderbaren Erzählungen“ an, daß die Chalybier und Mysier (Skythien) aus gewaschenem und geschlemmtem Flußsande (Magneteisensand) das ausgezeichnetste Eisen, das chalybische und mysische, herstellten. Im 5. Buch Moses 4, 20 steht geschrieben: „Euch aber hat der Herr angenommen und aus dem eisernen Ofen, nämlich aus Ägypten, geführet, daß ihr sein Erbvolk sollt sein . . . .“ daraus folgt, daß das Eisen schon 3000 Jahre v. Chr. den Ägyptern und Juden bekannt gewesen sein muß. Der Engländer Hill hat am 26. Mai 1837 in der großen Pyramide des Cheops ein Stück Schmiedeeisen gefunden, welches im britischen Museum in London aufbewahrt ist und ein Alter von 4900 Jahren haben soll. In jüngerer Zeit hat ein gewisser Belzoni in Karnack unter der Statue einer Sphinx ein Stück bezw. einen Teil einer Sichel gefunden, welches

Sinnbild des Eisens.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

2800 Jahre alt sein soll. Im 3. und 4. Jahrhundert v. Chr. standen die Eisengruben auf der Insel Elba und das steierische Eisen in hohem Rufe. Das Metall war beispielsweise zur Zeit Cäsar (60 v. Chr.) in England so selten, daß es mit Gold gleichen Wert hatte. Das Eisen selbst wurde in Schmelzöfen gewonnen, deren Form — die ältesten aus ägyptischem, spätere aus römischem Gebrauche — uns durch Inschriften und Ausgrabungsbefunde noch erkennbar sind. Die Ägypter kannten auch die Methoden zur Härtung des Eisens.

Man findet noch vielfach Spuren eines primitiven Schmelzverfahrens in Gestalt kleiner Öfen in der Nähe von Schlackenhalden, so z. B. am Taunus und zu Wicklitz in Böhmen, etwa einen halben Meter unter der Erdoberfläche. Die ersteren sind in der Regel unten eng oft nur 0,5 m unten und 1,5 m oben weit bei 1 m Höhe. Ein aus Quarzitstücken zusammengesetzter Mantel umschließt einen Kernschacht aus meist roter Tonmasse. Das in solchen Öfchen erhaltene schmiedbare Eisen wurde als Luppe ausgebrochen und gleich an Ort und Stelle auf Beile, Zangen, Hacken verarbeitet.

Aristoteles bediente sich verschiedener Ausdrücke für das weiche und harte Eisen; letzteres erhielt von Sophokles und Aeschylus den Namen *χάλυψ* und wurde zu Meißeln der Steinhauer vorzugsweise verwendet. Diese Methode der Eisen- und Stahlbereitung hat sich unter dem Namen Rennarbeit oder Kuppenfrischen bis auf unsere Tage besonders in Asien, Afrika, in den Pyrenäen, in Italien erhalten, wo man reine, leicht reduzierbare Erze, sehr billiges Brennmaterial und verhältnismäßig niedrige Arbeitslöhne hat.

Aristoteles erwähnt ferner bei seiner Beschreibung der Frischstahlbewegung das Eisen im metallischem Zustande erhalten, durch Hitze wie Wasser flüssig gemacht werde, dann wieder erstarre und sich ein stahlhartes Produkt erzeuge. Unter dem flüssigen Eisen kann wohl nur Gußeisen verstanden sein, da Schmiedeeisen im Frischherde nicht schmilzt. Teilweise wird diese Methode der Stahlbereitung auch heute noch im Orient z. B. in Indien ausgeübt; man gewinnt mit diesem Verfahren das berühmte Wootzstahl, ein weißgrelles Roheisen, welches durch wiederholtes Ausglühen unter Kohleverlust die Eigenschaft des hämmerbaren Stahls annimmt.

Alte römische Schmelzöfen nebst Zubehör sind kürzlich bei Eisenberg in der Pfalz ausgegraben worden. Was die Form von ägyptischen Geräten, welche beim Ausschmelzen des Eisens gebraucht wurden, anlangt, läßt sich dieselbe annähernd aus Inschriften erkennen. Besonders

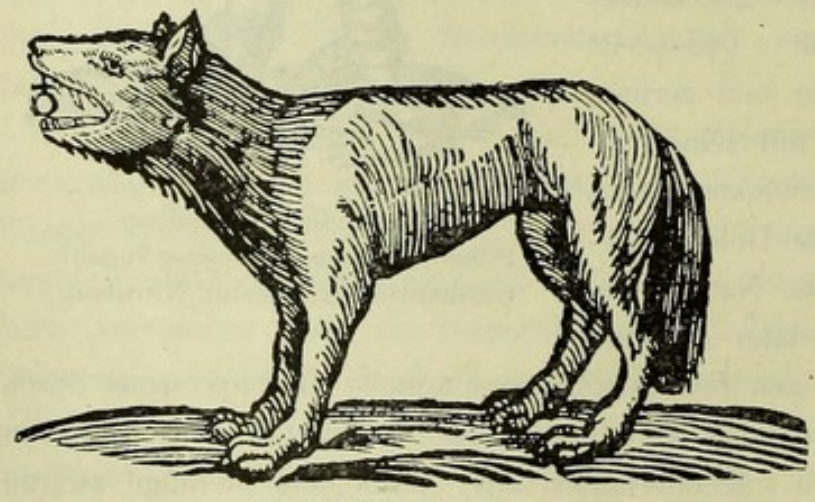
interessant ist es, daß die Form alter ägyptischer Blasebälge sich noch bis heute in den Ländern Innerafrikas erhalten hat; dieses hat wohl vornehmlich darin seinen Grund, daß die Schwarzen zu sehr an dem Althergebrachten hängen.

Das Quecksilber — Argentum vivum — Hydrargyrum — Mercurius vivus. Über dasselbe findet man die ersten Nachrichten bei Theophrast um 321 v. Chr., welcher in seiner Schrift über die Mineralien die Gewinnung desselben aus Zinnober mittelst Kupfer und Essig angibt und dasselbe als flüssiges Silber bezeichnet. Eine andere Darstellung der Zersetzung des Zinnobers durch Erhitzen in einer eisernen Schale gibt Dioskorides (100 n. Chr.) an und nennt das dabei kondensierte flüssige Metall ὑδράργυρος von ὕδωρ, Wasser und ἄργυρος Silber. Vitruvius erwähnt in seiner Schrift „de architectura" VII, 8 des Ausfließens des mit Zinnober vorkommende Quecksilbers. Plinius unterscheidet zwischen dem natürlich vorkommenden und dem aus Zinnober gewonnenen Quecksilber und sagt von ersterem: „Es findet sich auch in diesen Adern (Silbererz) ein Stein, dessen ewig flüssiger Eiter Quecksilber (Argentum vivum) heißt. Dieses ist ein Gift für alle Dinge und zernagt die Gefäße, indem es mit seiner abscheulichen Jauche durchsickert. Alles schwimmt auf ihm, das Gold ausgenommen". (Vgl. Plinius, Naturgesch. B. 33, Kap. 32.) Alsdann erwähnt Plinius, daß das Reinigen des Quecksilbers mittelst Durchpressens durch Leder geschieht; bezüglich der Gewinnung des Metalls aus Zinnober drückt er (Plinius) sich folgendermaßen aus: „Aus dem Mennige zweiter Sorte (Zinnober) hat die Welt auch das Hydrargyrum, welches die Stelle des Quecksilbers vertreten soll, herausgefunden. Es wird aber auf zweierlei Arten bereitet; entweder stößt man den Mennig in ehernen Mörsern mit Keulen in Essig, oder man setzt ihn in einer eisernen Schale in irdene Schüsseln, bedeckt ihn mit einem Kelche, welchen man mit Lehm verschmiert, bringt ihn dann durch ein Feuer

Sinnbild des Quecksilbers.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

unter den Schüsseln mit anhaltendem Gebläse in Glut und wischt den auf diese Weise sich an dem Kelche ansetzenden Schweiß ab, welcher die Farbe des Silbers und die Flüssigkeit des Wassers hat. Auch das Hydrargyrum teilt sich leicht in Tropfen und läuft ebenso leicht als ein schlüpfriges Naß zusammen. Da man es übereinstimmend für Gift hält, so betrachte ich alles, was man von dem Gebrauche des Mennigs in der Heilkunde anführt, als gewagt, den Fall vielleicht angenommen, wenn es zum Stillen des Blutes auf den Kopf oder den Bauch gestrichen wird, wobei es nicht in die Eingeweide dringen und keine Wunde berühren kann; eine andere Anwendung desselben möchte ich nicht anraten". (Vergl. Plinius Naturgesch. Bd. 33, Kap. 41.) Wie schon auf Seite 19 erwähnt, war die Fähigkeit des Quecksilbers, Gold aufzulösen, eine längst bekannte Tatsache, von der auch Vitruv Gebrauch macht, indem er eine genaue Vorschrift gibt, wie man aus abgetragenen goldgestickten Gewändern mittelst des Quecksilbers das Gold gewinnen könne. Isidorus, im Anfange des VII. Jahrhunderts, erkannte die auflösende Wirkung des Quecksilbers auf andere Metalle und seinen schädlichen Einfluß auf den tierischen Organismus. — Die Versinnbildlichung des Quecksilbers wird durch den Merkur dargestellt; der Name Quecksilber stammt von dem niedersächsischen Quik = lebendig, lebhaft.

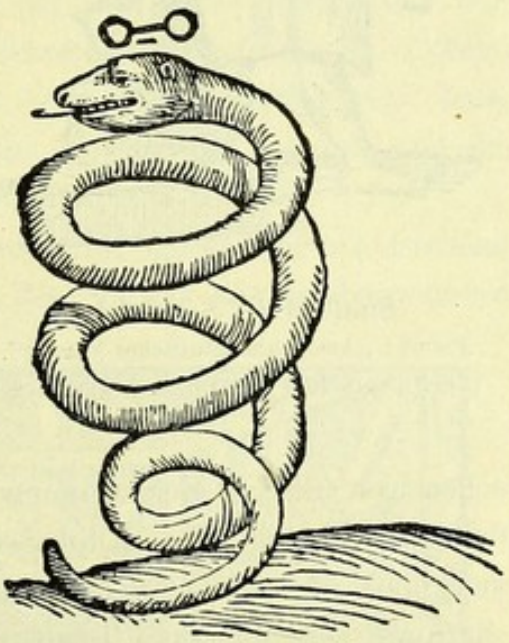
Stibium — *Antimonium* — Spießglanz. Das Antimonerz — das Schwefelantimon — war schon in den ältesten Zeiten bekannt. Plinius bezeichnet dasselbe mit Stibium, Alabastrum oder Larbason, während Dioskorides dafür die Benennung ***στίμμι, στίβι*** hatte und dasselbe teils als äußerliche Heilmittel, teils zum Schwarzfärben der Augenbrauen benutzt wurde. Die griechischen Männer nannten diese Substanz, welche später wegen ihrer spießigen Krystalle mit Spießglanz oder Spießglas bezeichnet wurde ***πλατυόφθαλμον*** augenerweiternd, weil ihre Frauen sehr lüstern darnach waren, um sich die Augenbrauen zu schwärzen und dadurch die Augen



Sinnbild des Antimons.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

größer erscheinen zu lassen; daher erklärt sich denn auch die von Homer oft gebrauchte Bezeichnung: „farrenäugig“ für die Götter Königin. — Das Gleiche findet man schon im alten Testamente bei Ezechiël erwähnt. Bezüglich der Reingewinnung des Schwefelantimons haben Plinius und Dioskorides einige Angaben gemacht, die jedoch sehr unklar gehalten sind.

Arsenik — Sandaracha — Auripigmentum — Hüttenrauch. Wenngleich man im Altertume nur die Schwefelverbindungen des Arseniks kannte, so bediente sich schon Aristoteles 400 v. Chr. des Namens Sandarach und Dioskorides der Bezeichnung Arsenicum. Letztgenannter unterschied zwei Sorten: eine goldgelbe, die er mit Auripigment-Hüttenrauch, und eine zinnoberrote, die er mit Sandarach oder auch Realgar bezeichnete. Plinius sagt von der Verwendung des Sandaracha (Realgar) folgendes: „Es ist gut zum Reinigen, zum Stillen, zum Erwärmen und zum Ausnagen, da es hauptsächlich eine beizende Kraft hat. Mit Essig aufgestrichen, macht es Glatzen wieder behaart; auch kommt es in die Augenmittel. Mit Honig genommen, reinigt es den Schlund und gibt der Stimme Klarheit und Klang; mit Terpentinharz in der Speise genommen, hilft es den Engbrüstigen und Hustenden auf eine angenehme Weise; auch hilft es diesen schon, wenn man es nebst Zedernholz als Räucherung braucht, durch den Dunst“. Ferner erwähnt Plinius, daß die Juden einen Brei von gelöschtem Kalk und Wasser mischten und denselben zur Entfernung des Barthaares gebrauchten. Recht bezeichnend ist es, daß weder Plinius noch Dioskorides etwas von der Giftigkeit dieser Arsenverbindungen erwähnen. (Vergl. Peters, Aus pharmaz. Vorzeit, II, S. 118).



Sinnbild des Arseniks.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Der Schwefel — Sulfur. Nach Dioskorides' Berichten unterschieden schon die alten Griechen den gediegen vorkommenden *θέτον ἄπυρον* und den ausgeschmolzenen *θέτον πεπυρωμένον.* Von dem ersteren Sulfur vivum nativum sagt Plinius: „Er wird lebendig ausgegraben und ist durchsichtig und grün: ihn allein gebrauchen die Ärzte“. Und in Bezug auf die Gewinnung des Schwefels fährt er mit folgenden Worten fort:

„Er wird auf den äolischen Inseln zwischen Sizilien und Italien, welche brennen, erzeugt, der vorzüglichste aber auf der Insel Melos, ... er wird daselbst aus Schachten ausgegraben und durch das Feuer geläutert". (Vergl. Plinius, Naturgesch. B. 35, K. 50.) Aus vorstehenden Zeilen kann man also sicher annehmen, daß die Alten, zumal Plinius die Fundorte des Schwefels hauptsächlich in vulkanischen Gegenden anführt, den Schwefel durch Schmelzen aus Erde gewonnen haben. — Auf keinen Fall wurde schon damals der Schwefel aus dessen Verbindungen dargestellt. — Wie aus den obigen Worten des Plinius hervorgeht, wurde der Schwefel in der Heilkunst ferner zum Bleichen und zur Räucherung verwendet und zwar vom Altertume bis zum Ende der Vorherrschaft der galenisch-arabischen Schule.

Sinnbild des Schwefels.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Vitriol — Kupferwasser — Schusterschwärze — Erzblume — Vitriolum — Colcothar, Chalcanthum-Atramentum sutorium. Eisenhaltiges Kupferwasser gehörte schon vor unserer Zeitrechnung dem Arzneischatze an. Plinius behauptet, daß die Römer das Kupferwasser als Schusterschwärze (Atramentum sutorium) und die Griechen als Chalcanthum bezeichneten. Interessant sind die Ausführungen des Plinius bezüglich der Gewinnung der Schusterschwärze, die wir unseren Lesern auch nicht vorenthalten wollen. Plinius sagt folgendes: „Sie (die Schusterschwärze) entsteht in Brunnen und Sümpfen, welche diese Art Wasser haben. Dieses wird abgekocht, mit einem gleichen Maße süßen Wassers gemischt und in hölzerne Behälter gegossen; über diesen hängen an unbeweglichen Querstangen durch Steinchen angespannte Schnüre, an welchen der Schlamm (Krystalle) anschließt und durch seine gläsernen Beeren

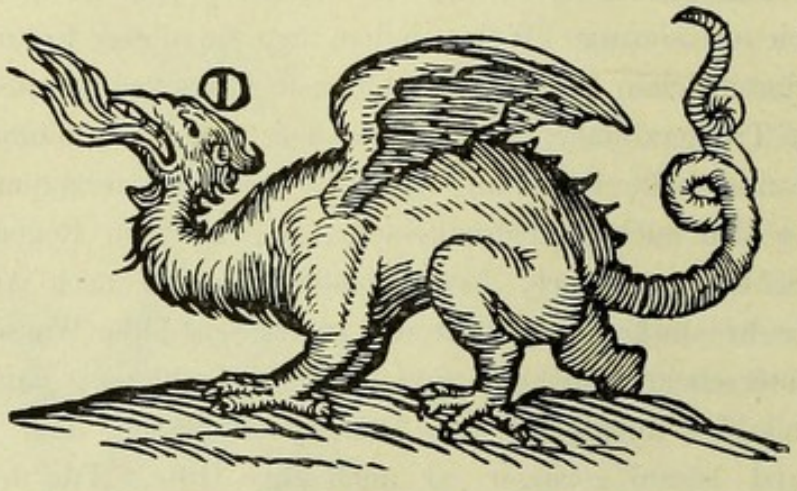
Sinnbild des Vitriols.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

das Bild einer Traube darbietet. Was man so herausnimmt, wird dreißig Tage lang getrocknet. Es hat eine himmelblaue Farbe, einen sehr ansehnlichen Schimmer und könnte für Glas gehalten werden; löst man es auf, so erhält man die Schwärze zum Färben des Leders. Man gewinnt die Erzblume auch noch auf sonstige Weise, indem man in dieser Erdart Gruben aushöhlt, aus deren Seiten bei dem Winterfroste Eiszacken herausickern; man nennt sie Tropferzblume, und keine andere ist reiner; nimmt aber ihr Veilchenblau eine helle Farbe an, so heißt sie Lanzenerzblume (Lonchoton). Sie bildet sich auch in Felsenkesseln, wo der vom Regenwasser geschlemmte Schlamm gefriert; ferner bildet sie sich nach Art des Salzes, wenn eine sehr starke Sonnenglut das zugelassene süße Wasser verdichtet. Deshalb unterscheiden manche eine doppelte Erzblume, nämlich eine gegrabene und eine künstliche; die letztere ist blässer, und je schlechter ihre Farbe ist, desto geringer ist auch ihre Güte. Für den ärztlichen Gebrauch schätzt man am liebsten die cyprische.“ (Vergl. Plinius, Naturgeschichte B. 34, Kap. 32.) Aus Vorstehendem geht deutlich hervor, daß die Alten den Vitriol aus den Grubenwassern, die die schwefelsauren Salze mit sich führen, gewonnen haben.

Der Beschreibung des Plinius entsprechend, geben wir nachstehend *eine Darstellung*, welche die Gewinnung des Vitriols aus Grubenwassern versinnbildlicht. Wir sehen rechts eine viereckige bleierne Cüvette, in welcher das vitriolhaltige Wasser eingedämpft wird, und links einen großen hölzernen Kasten, in welchem die eingedampfte Masse krystallisiert. Oben auf dem Tröge befindet sich ein Holzgitter, an welchem Stricke mit Steinchen angebracht sind. — Neben dieser Darstellung kannte man im Altertume auch schon die Gewinnung eines Vitrioles aus dem Haarkiese. Wie schon berichtet, diente der blaue cyprische kupferhaltige Vitriol vorzugsweise dem Arzneischatze, obwohl Plinius sowohl als auch Dioskorides die brecherregenden Eigenschaften anführen.

Gewinnung des Vitriols.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Alaun — Alumen. Dieser ist bei Herodot 500 v. Chr. unter dem Namen „στυπτηρία“ erwähnt. Sehr zweifelhaft ist es jedoch, ob die Alten den Alaun aus den Erzen schon künstlich darzustellen wußten, denn Plinius sowohl als auch Dioskorides nannten ihn als einen vorkommenden Salzsaft der Erde. Der Alaun diente im Altertum nicht nur der Heilkunde, sondern derselbe wurde auch damals schon zur Herstellung des Leders und zum Beizen der Wolle verwendet.



Sinnbild des Alaun.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Salpeter — Sal petrae. Bei den alten Römern schon sehr bekannt, ist derselbe mit unserem heutigen Salpeter durchaus nicht identisch. Man hatte nämlich im Altertum verschiedene Sorten, worunter wohl die eine oder andere Art dem natürlich vorkommenden Salpeter entsprach. Die Ausführungen des Plinius über dieses Nitrium sind sehr dunkel gehalten, wohl spricht er sich deutlich darüber aus, es sei viel schärfer, was schon daraus erhelle, daß die Salpeterlachen die Schuhe gleich verzehrten.

Das Kochsalz — Sal — war schon in den allerältesten Zeiten bekannt; wie dasselbe jedoch gewonnen wurde, darüber geben uns erst einige Schriftsteller des ersten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung Aufschluß. Über die mehrfache Verwendung des Salzes äußert sich Plinius folgendermaßen: „Ein behaglicheres Leben kann also wahrlich ohne Salz nicht bestehen, und es ist ein so notwendiger Grundstoff, daß man seinen Begriff auch auf die Genüsse des Geistes übertragen hat; daher nennt man diese Salze, und alle Annehmlichkeiten des Lebens, sowie die höchste Fröhlichkeit und die Erholung von der Arbeit lassen sich durch kein anderes Wort besser bezeichnen“. Nach Plinius wurde, weil das in Attika dargestellte Salz neben besonderer Schärfe noch einen eigenartig bitteren Beigeschmack hatte, mit dem Ausdrucke „attisches Salz“ Witz und Humor bildlich bezeichnet. Das natürliche Salz wurde ebenfalls von den Alten zu Heilmitteln verwendet, während das aus den salzhaltigen Wassern künstlich gewonnene Salz zum sonstigen Lebensunterhalte Verwendung

fand. Nach Herodot wurde bei dem Tempel des Jupiter Ammon in Lybien ein Steinsalz, das Sal ammoniacum der Alten, unter dem Sande ausgegraben, und daher kommt es, daß Plinius sowohl als auch Dioskorides von einem Sandsalze sprechen und dasselbe für eine besondere Art des natürlich vorkommenden Salzes halten. Die Herstellung des Salzes im Altertume geschah auf die einfachste Weise: Man ließ das Meer- oder Solwasser in Salzlachen durch die Sonnenwärme verdunsten; ferner berichtet Plinius, daß die Alten Salzwasser auf brennendes Holz gossen, um dasselbe einzudampfen, denn das hierzu verwandte Holz sollte auf die Güte des Salzes von großem Einfluße sein; dieses beweist folgende Stelle aus Plinius, Naturgesch. Bd. 31, Kap. 39: „Das Eichenholz hält man für das beste, weil die reine Asche desselben schon an und für sich die Kraft des Salzes besitzt; anderwärts rühmt man das Haselholz, weil sogar die Kohlen desselben, wenn man Salzbrühe darauf gießt, sich in Salz verwandeln."

Sinnbild des Salzes.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Bei diesen technisch-archäologischen Einzelheiten haben wir noch ein wenig zu verweilen, um verschiedene Verfahren kennen zu lernen, deren Entstehen weit hinaufreicht bis zu den ältesten Zeiten, und welche mittelbar oder unmittelbar für spätere Untersuchungen die Grundlage abgegeben haben; dieses wäre die Darstellung des Glases und das Brennen des Tones, die Bereitung von Farben, Seifen und Heilmitteln. —

Der Ursprung der Glasmacherei reicht bis ins früheste Altertum zurück, und wir finden bezüglich des Ortes der Erfindung des Glases in der Naturgeschichte von Plinius, Bd. 36, Kap. 65, folgende interessante Stelle: „In dem Judäa benachbarten Teile von Syria, welcher Phoinike genannt wird, ist am Fuße des Berges Karmelos ein Sumpf, welcher Kendebia genannt wird. Aus diesem, glaubt man, komme der Fluß Belos, welcher 5000 r. Schritte (1 M.) davon neben der Pflanzstadt Ptolemais ins Meer fällt. Er fließt nur langsam und hat ungesundes Wasser, doch wird er durch gewisse Gebräuche geheiligt, ist trübe und hat ein tiefes

Bett. Nur beim Zurücktreten der See legt er seinen Sand bloß, welcher, durch die Wellen hin- und hergerollt und von allem Schmutz gereinigt, glänzt. Auch soll er erst durch die Schärfe der See gekräftigt werden und vorher ganz unbrauchbar sein. Der Raum am Ufer beträgt höchstens 500 r. Schritte (2500 Fuß), und diese kleine Strecke lieferte Jahrhunderte hindurch genügend Stoff zum Glase. Es geht die Sage, daß einst ein Schiff, mit Salpeter befrachtet, hier gelandet sei, und daß die Inhaber, als sie, am Ufer zerstreut, sich Speisen zubereiteten und keine Steine zu Unterlagen für die Kessel fanden, Salpeterstücke dazu genommen hätten. Als nun diese sich mit dem Ufersande erhitzt hätten, da seien Bäche einer neuen durchsichtigen Flüssigkeit daraus hervorgelaufen, und das sei die Entstehung des Glases gewesen". Wo Plinius von einer Sage spricht, gibt er selbst zu, daß diese Angaben nicht ganz verlässig sind. Auf jeden Fall waren die alten Ägypter schon lange vorher mit der Glasbereitung vertraut; es beweist das, daß auf einigen alten ägyptischen Denkmälern aus dem 18. Jahrhundert v. Chr. Männer, mit der Glasmacherpfeife beschäftigt, abgebildet sind, ja, noch mehr, es sind uns aus dem 17. Jahrhundert v. Chr. noch Glasgefäße erhalten geblieben. Den alten Völkern war die Glasbereitung mit Soda oder Pottasche bekannt; erstere wurde als Naturprodukt in mazedonischen und ägyptischen Seen gefunden, während das kohlensaure Kali durch Auslaugen der Asche von Pflanzen und, wie Dioskorides berichtet, auch durch Brennen von Weinstein gewonnen wurde. Es kam sehr oft vor, daß diese Salze, weil beide ähnliche Wirkungen besitzen, verwechselt wurden; vielfach wurden dieselben zur Seifenbereitung, zum Waschen von Stoffen, Reinigen von Häuten, als Zahnpulver und schließlich als Beimischung zu Arzneien verwandt. Das hebräische „neter" bedeutet wahrscheinlich Soda, während für beide Alkalisalze von Plinius das lateinische „nitrum" gebraucht wird; von den Arabern rührt die Bezeichnung Alkali her. —

Die Töpferei hat das gleich hohe Alter wie die Glasbereitung. Bereits die Ägypter verstanden es, irdene Gefäße mit einer durchsichtigen Glasur zu überziehen. Von den Chinesen und Japanern wissen wir, daß sie in den ältesten Zeiten schon mit der Fabrikation von feinstem Porzellan vertraut waren.

Ein im Altertume vielfach geübter Teil der chemischen Technik war die Bereitung von Farbstoffen und die Färberei. Es ist sicher, daß die Juden, Ägypter und Perser die Kunst besaßen, aus den Gespinnstfasern Farben zu erzeugen; auch die Bibel (5. B. Moses) erwähnt derartiges an mehreren Stellen. Wie schon vorhin erwähnt, war den Alten als Beiz-

mittel der Alaun, welcher bei der Gewinnung mit Alaunschiefer und Eisenvitriol vermischt ist, bekannt und bedeutete „στυπτηρία“ oder „alumen“, worunter im allgemeinen Substanzen von adstringierenden Eigenschaften verstanden wurden. Über die älteste Geschichte der Färbereien haben wir leider nur Vermutungen; die spärlichen Nachrichten, die wir besitzen, sind meist ungenau und ohne rechte Erklärung geblieben. — Der berühmteste Farbstoff in alter Zeit war der Purpur, den die Phönizier aus einem Safte der Purpurschnecke gewannen. Der Gedanke der Kostbarkeit dieses Stoffes hat sich durch alle Zeiten hindurch erhalten. Mit dem Purpur verbinden wir noch heute den Begriff eines Königlichen Gewandes, und in der Katholischen Kirche ist er die Farbe der Kardinalstracht. Wir wollen hierbei nicht vergessen, daß Plinius die Anwendung des Krappstoffes sowohl, als auch die der Orseille (gätulischen Purpurs) kennt und in seiner Naturgeschichte ausführlicher bespricht. Indigoblau scheint damals mehr zum Malen als zum Färben gebraucht worden zu sein; sonst wurden als Malfarben mineralische Stoffe gebraucht, zur Zeit des Plinius hauptsächlich folgende: Bleiweiß, Zinnober, Mennige, Amralte, Grünspan, Eisenoxyd, Kienruß. Letzterer mit Gummi gemischt auch als Tinte. Schwefelblei hat, wie sich aus zahlreichen Untersuchungen der Neuzeit ergeben, die Grundlage der vielbenutzten ägyptischen Schminke „mesdem“ gebildet und nicht das natürliche Schwefelantimon, wie man sicher annahm. Das „mesdem“ war auch ein sehr geschätztes Heilmittel.

Auch die Bereitung von Seifen war schon sehr früh bekannt, und deren Anfertigung geschah nach Plinius in Germanien und Gallien und zwar: durch Umsetzung tierischer Fette mit Aschenlauge und Kalk. Ja, man machte damals sogar einen Unterschied zwischen harter und weicher Seife, je nachdem Soda und Pottasche zur Verseifung verwendet worden war.

Bezüglich der Heilmittel, die den Alten bekannt waren, wovon wir schon mehrere erwähnt haben, müssen wir doch bei einigen organischen Substanzen verweilen, die im Altertum zur Anwendung gelangten. Wieder haben wir an erster Stelle die Ägypter zu nennen, welche chemische Präparate bei Krankheiten anwandten, z. B. dienten ihnen Grünspan, Bleiweiß, Bleiglätte, Alaun, Soda, Salpeter zur Anfertigung von Salben und anderen Medikamenten. Zur Zeit des Dioskorides wurde bei den Griechen schon die Herstellung von Bleipflastern aus Bleiglätte und Oel betrieben. Interessant ist ferner die Verwendung der schwefligen Säure, des Verbrennungsproduktes des Schwefels, zum Räuchern, zum Reinigen von Stoffen, zum Konservieren des Weines, zum Zerstören unechter Farbstoffe, also — zum Bleichen.

Von Säuren überhaupt kannten die Alten am längsten die Essigsäure, und man nahm die Gegenwart derselben in allen sauren Pflanzen an. Von dieser Säure hatte man die märchenhaftesten Vorstellungen; z. B. berichteten Livius und Plutarch, daß Hannibal auf seinem Zuge über die Alpen mittelst Essig Felsen aus dem Wege geräumt habe. Ferner erzählt Plinius, daß Kleopatra, um in einer Mahlzeit eine Million Sesterzien (Sestertius nummus auch bloß nummus — römische Silbermünze im Werte von $2^1/_2$ As — $^1/_4$ Denar = etwa 17 Pfennige) verzehren zu können, kostbare Perlen in Essig aufgelöst habe, um alsdann diesen Trunk zu sich zu nehmen.

Tierische Fette spielen in der Heilkunde eine große Rolle: Plinius spricht vom Gebrauche des Wollfettes, desselben Stoffes, der heute noch als Lanolin im Handel ist. Ferner kannte man die Bereitung der Stärke aus Weizen, die Darstellung der fetten Öle aus Samen und Früchten, des Terpentinöls aus Fichtenharz, die Gewinnung des Erdöls, Oliven-, Mandel-, Ricinusöls standen in vielfacher Anwendung; das erstere z. B. benutzte man zur Extraktion ätherischer Öle aus Blumen und Blättern.

Schließlich wollen wir noch erwähnen, daß die alten Völker zwar die Gärung und die aus vergorenen Zuckerkräften gewonnenen Getränke kannten, sich aber über den dabei stattfindenden Vorgang keinerlei Ansicht bildeten.

Wir haben bis heute einfach registrierend die naturwissenschaftliche Kenntnis des Altertums aufgezählt, soweit sich dieselbe auf den Stoff bezieht. Es mußte uns auffallen, daß wir nirgendwo den Ansatz oder auch nur den Versuch einer natürlichen Erklärung finden. Es herrscht den empirischen Tatsachen gegenüber eine geradezu großartige Indolenz, und dies hat wohl im wesentlichen seinen Grund in der Vorherrschaft der reinen Spekulation. Eine auf Forschungen in der Erscheinungswelt gegründete Theorie der Materie besitzen wir aus jenen Zeiten nicht, wohl aber ausgearbeitete philosophische Lehrgebäude über diesen Gegenstand.

Wir müssen uns jetzt mit denselben befassen, denn sie haben die Entwicklung der Chemie wie des ganzen naturwissenschaftlichen Denkens auf Jahrhunderte hinaus entsprechend beeinflußt. [1])

---

1) Stange, Einführung in die Geschichte der Chemie.

Zweiter Abschnitt.

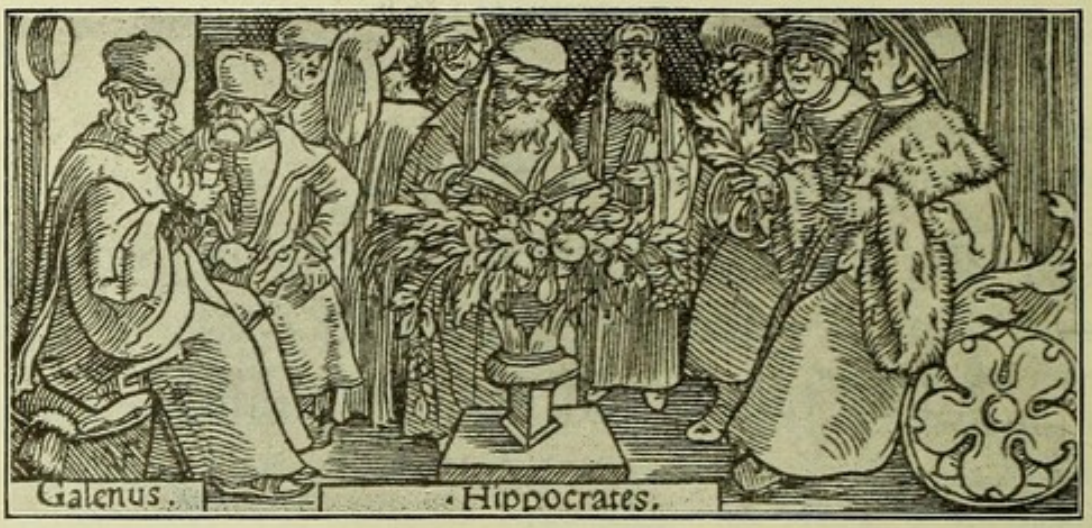
Die philosophischen Anschauungen der Griechen und die Frage nach den Elementen.

Wenn auch die geistige Richtung der Griechen immer mehr um sich griff, so wurde die Chemie doch sehr stiefmütterlich behandelt und machte infolgedessen keinen Fortschritt. Der Grund hierfür ergibt sich aus Mangel an Beobachtung der Griechen, zumal sich die Chemie doch auf Tatsachen stützt und ihr Studium Auffindung und Betrachtung von Tatsachen ist. Bedenkt man, daß die ersten Tatsachen dieser wissenschaftlichen Richtung aus den seiner Zeit betriebenen Künsten und Gewerben entlehnt wurden, hierbei aber die Manipulationen, die das Material bei vorbereitenden Arbeiten erregte, nicht das Interesse fanden, welches zu der wissenschaftlichen Erkenntnis der gemachten Beobachtungen erforderlich war, so ist das eine gewisse Indolenz natürlichen Vorgängen gegenüber, ein charakteristisches Merkmal der Naturbetrachtung der Alten. Statt Versuche mit den Naturprodukten anzustellen, wurde vielmehr die Interpretation zu Hilfe gerufen, und auf die oberflächlichsten Beobachtungen hin entstanden Meinungen, die die Macht von Lehrsätzen erhielten, weil solche von angesehenen Männern geäußert wurden. Von den schönen Künsten wurde nur der ästhetische Teil betrieben, und die geistige Kraft der Griechen erstreckt sich nur auf Poesie, abstrakte Philosophie und politische Geschichte.

Die Medizin war schon in frühester Zeit in Griechenland zu einer großen Blüte gelangt; jedoch beschäftigten sich nur wenige mit dieser Wissenschaft, und die Wenigen kommen für die Chemie gar nicht in Betracht.

An dieser Stelle können wir einige Namen von berühmten Ärzten, deren Heilmittel noch heute bekannt sind, nicht unerwähnt lassen. —

Es sind dies: Chion Asklepios 1300 v. Chr., Hippokrates 500 v. Chr., Galenus 131 n. Chr.



(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München. Holzschnitt 1650.)

Wir wissen nunmehr, aus welchem Grunde die Griechen ihre Betrachtungen, welche den Kenntnissen des Experimentierens vorangehen müssen, abgeschnitten haben. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß einige alte Gelehrte dennoch den Weg des Experimentierens beschritten haben. Es wäre vor allen in Bezug auf Letzteres der Philosoph Demokrit von Abdera (500 v. Chr.) zu nennen, der nach den Zeugnissen einiger Schriftsteller aus dem 1. Jahrhunderte n. Chr. sein Leben mit Experimentieren zugebracht haben soll. Wenn dieses tatsächlich der Fall gewesen sein sollte, so war es insofern eine vergebliche Mühe, als ihm die Kenntnis des Beobachtens fehlte.

Um die geistige Richtung der Griechen zu verstehen, müssen wir ihre philosophischen Werke, welche manches auf Naturwissenschaften Bezügliche enthalten, zur Hand nehmen, und wir werden alsdann sehen, daß die griechischen Gelehrten, wenn sie sich mit Naturwissenschaften beschäftigten, darauf ausgingen, aus einem für wahr angenommenen Satz sämtliche Erscheinungen a priori durch Schlußfolgerungen vorauszusagen und zu erklären.

Für die Naturwissenschaften war jedenfalls der griechische Philosoph Aristoteles 384—322 v. Chr. am bedeutendsten. Dieser Gelehrte äußerte einmal: daß man bei der Naturforschung vom Allgemeinen zum Besonderen übergehen müsse. An einer anderen Stelle trat er mit der Ansicht

hervor, daß man zuerst Tatsachen und die Dinge, an welchen sie sich ergeben, kennen lernen müsse, um aus ihnen alle Folgerungen abzuleiten. Diesem Ausspruche folgte weder Aristoteles selbst, noch andere. Vereinzelte Fälle gibt es dennoch, daß er einige Kenntnisse nur durch genaues Beobachten erhalten konnte. Z. B. daß Meerwasser, wenn es durch Ton dringt, seinen Geschmack verliert und trinkbar wird u. A. m. Auf jeden Fall war das Experimentieren die schwache Seite der Griechen, und man braucht sich gar nicht zu wundern, wenn Plato 400 v. Chr. die Ansicht hatte, daß die Bildung des Rostes als die Entweichung eines Stoffes des Eisens anzusehen sei. — Wie anders, als aus einem hochgradigen Mangel an Beobachtungstrieb könnte man des Aristoteles Behauptung erklären, daß ein mit Asche gefülltes Glas ebensoviel Wasser aufnehme, wie ein leeres. Als weiteres Beispiel für die Leichtgläubigkeit jener Zeit diene die von Plinius ausgesprochene, allgemein geteilte Überzeugung, daß Luft in Wasser und umgekehrt Wasser in Luft übergehen könne. —

Es liegt also klar auf der Hand, daß alle Fragen, die mit zahlreichen Beobachtungen beantwortet werden konnten, mit oft ganz dunklen Philosophemen beseitigt wurden; ja um diese Methode einem jeden klar zu stellen, scheute man sich nicht, solche Aussprüche auch auf Erscheinungen des täglichen Lebens, welche mit der Naturwissenschaft verwandt sind, anzuwenden. Es findet sich wohl keiner unter den griechischen Gelehrten, welcher der Chemie einen größeren Vorteil verschafft hätte, jedoch ist hier nur zu erörtern, inwiefern sich ihre Leistungen in Bezug auf Naturwissenschaften der rein spekulativen Richtung anschlossen. Es dürfte umsomehr von Beachtung sein, wenn wir unseren Blick auf die Versuche der alten Griechen lenken, welche mit unserer Wissenschaft in Verbindung stehen, da man in späterer Zeit darnach strebte, die hervorgegangenen griechischen Ansichten mit richtigeren Methoden in Einklang zu bringen. Hierher gehört nun in erster Linie die Unternehmung über die letzten Bestandteile der Körperwelt — über die Elemente.

Schwegler sagt von der Metaphysik des Aristoteles bezüglich der Elemente (III. Bd. 1847, S. 196) Folgendes: „Element heißt der der Art nach nicht weiter teilbare Grundbestandteil, aus welchem etwas zusammengesetzt ist.“ Element ist also — und diese Bedeutung des Wortes liegt allen anderen Auseinandersetzungen gemeinsam zu Grunde — der Grundbestandteil eines jeden Dinges. (Vergl. Metaphysik Lib. V. Cap. 3, Schwegler I. Bd. S. 97.) Element, der Körper, ist dasjenige, in welches die anderen Körper, wenn sie geteilt werden, sich zerlegen lassen, das

selbst aber unteilbar ist und den Körpern der Möglichkeit oder Wirklichkeit nach innewohnt. (Vergl. de coel. Lib. III. 3. Bekker S. 302, 15.) So läßt z. B. Empedokles „Feuer und Wasser und die anderen Elemente dasjenige sein, woraus das Seiende als aus seinen Grundteilen besteht, nicht aber bezeichnet er diese Elemente als Gattungen der Dinge". (Vergl. Lorscheid, Aristoteles' Einfluß a. d. Chemie, pag. 12.) Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedokles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugnis und Denkmal für das Bedürfnis des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben. (Vergl. Humboldt, Kosmos Bd. III, S. 11.) Der Urstoff (die Materie), in seiner Abstraktion von der Form gedacht, ist für Aristoteles das völlig Prädikatlose, Unbestimmte, Unterschiedslose, dasjenige, was allem Werden als Bleibendes zu Grunde liegt und die entgegengesetzten Formen annimmt, das aber selbst seinem Sinn nach von allem Gewordenen verschieden ist und an sich gar keine bestimmte Form hat, dasjenige, was die Möglichkeit zu allem hat, aber nicht in Wirklichkeit ist. (Vergl. Schwegler, Geschichte der Philosophie, 1857, S. 74.)

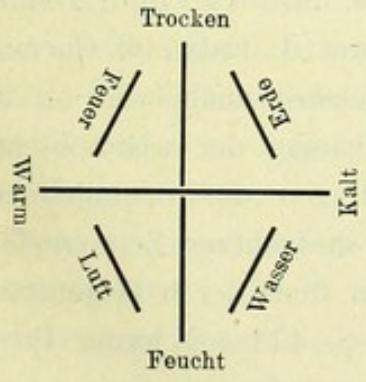
Die ersten Spekulationen über die Beschaffenheit der Dinge finden sich bei den Chinesen; ein Dokument in Schwoking, jedenfalls älter als die Salomonischen Schriften, unterscheidet 5 Elemente: Wasser, Feuer, Holz, Metall, Erde. Ähnliche Vorstellungen herrschten in Indien, nämlich in den Institutionen des Manu gilt der feine Äther als das zuerst Geschaffene, wovon sich Feuer, Wasser, Luft, Erde ableiten. Diese Lehre gelangte bis Europa, und an der Verbreitung dieser Kenntnisse hatten die Philosophen, wie Solon, Pythagoras, Demokrit, Platon, die das Vertrauen der ägyptischen Priester zu gewinnen verstanden, den hervorragendsten Anteil. Auf jeden Fall sind uns die Ansichten der Griechen am besten bekannt, und dieses Volk hat durch seine hervorragenden, oben schon genannten Philosophen einen gewaltigen Einfluß auf die Weiterentwicklung dieser Lehre ausgeübt. Zuerst scheint bei ihnen nur mythisch das Wasser als Urstoff gegolten zu haben, bis Thales 600 v. Chr. bestimmt erklärte: daß das Wasser das Grundprinzip aller Dinge sei, aus welchem die organischen (vegetabilische wie tierische) Wesen entstehen würden. Dagegen war Anaximenes von Milet ganz anderer Ansicht, indem er an Stelle des Wassers die Luft setzte, und zwar mit folgender Begründung: Die Entstehung aller Körper wird aus der Verdünnung oder Verdickung der Luft

abgeleitet, und zwar aus der ersteren das Wasser und aus der letzteren das Feuer. Wenn auch bei ihm die Luft als Urstoff angesehen wird, so sind nach ihm das Wasser und das Feuer voneinander getrennte Elemente. Diese Ansicht hat für uns insofern Bedeutung, als sich darin zuerst der Begriff von einer Verwandlung der Elemente findet. Ähnlich wie Anaximenes die Luft, erklärte Herodot von Ephesus 500 v. Chr. das Feuer als Urprinzip aller Dinge.

Nach einem Holzschnitt, Valencia 1530.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Durch Zweijochung der Grundeigenschaften oder Gegensätze auf den Urstoff entstehen die vier Elemente, welche zuerst von dem geistesgewaltigen Philosophen Empedokles aus Agrigent 440 v. Chr. als Grundlagen der Welt betrachtet wurden.

Diese Elemente wurden jedoch von ihm mit Aristoteles, der sie in seine Naturlehre auch aufnahm, nicht als verschiedene Grundstoffe aufgefaßt, sondern als verschiedene Eigenschaften, deren Trägerin die „Urmaterie“ war. (Vergl. Gompertz, Griechische Denker, pag. 183 ff.). Die sich durch den Tastsinn kundgebenden: warm, kalt, feucht, trocken gelten bei Aristoteles als Haupteigenschaften, weil jedes Element durch den Besitz dieser zwei Eigenschaften gekennzeichnet ist.



In folgender Stelle finden wir eine Erklärung, daß die Grundbestandteile die gleich-

artigen Teile (Eigenschaften) der Elemente sind: „Entsprechend diesen drei Arten der Zusammensetzung der tierischen Bestandteile sind in neuerer Zeit drei selbständige Disziplinen entstanden, von denen die eine, die Tierchemie, der ersten Zusammensetzung aus den Elementen entspricht, da auch diese tierische Teile in die letzten Elemente zerlegt; der zweiten Zusammensetzung entspricht die Gewebelehre, welche sich mit den gleichartigen Gebilden beschäftigt; die dritte ist die spezielle Anatomie, insofern sie die tierischen Körper in die einzelnen Organe, also in ihre ungleichartigen Teile, zerlegt und diese zum Gegenstand ihrer Betrachtung macht." (Vergl. Frantzius, Aristoteles über die Teile der Tiere, S. 270.)

Für die längere Dauer hielt Aristoteles diese 4 Elemente für die Erklärung der Naturerscheinungen als nicht ausreichend, weshalb er ein fünftes, welches mehr von geistiger Beschaffenheit sein sollte, schuf. Bei den Anschauungen der aristotelischen Lehre im Mittelalter hatte dieses Element den Namen: „Quinta essentia".

Es ist wohl einigermaßen berechtigt, wenn man annimmt, daß Empedokles sowohl wie auch Aristoteles die Elementenlehre nicht aus sich selbst, sondern aus anderen Quellen geschöpft haben. Wie aus dem „Auguttera Nikâja Vol. Jol. ce" hervorgeht, lehrte Buddha, daß die Welt aus den schon genannten vier Elementen und dem Äther bestehe. Letzterer ist auf jeden Fall mit der aristotelischen „οὐσία" identisch. In demselben Werke wird als sechstes Element das Bewußtsein genannt. Bezüglich des fünften Elementes spricht auch Aristoteles vom Äther Folgendes: „Neben dem All und Ganzen aber gibt es ausserhalb des Als nichts, und es ist deswegen Alles in dem Himmelsgebäude, denn das Himmelsgebäude ist doch wohl das All; der Ort aber ist nicht das Himmelsgebäude selbst, sondern irgend die äußerste und die bewegbaren Körper berührende, ruhende Grenze des Himmelsgebäudes, und deswegen ist die Erde in dem Wasser, dieses aber in der Luft, diese aber in dem Äther, der Äther aber in dem Himmelsgebäude, das Himmelsgebäude aber nicht mehr in einem anderen". (Buch d. Phys. Lib. V. Prantl, 1854, S. 173. Vergl. Lorscheid, Aristoteles' Einfluß auf d. Entw. d. Chemie.)

Über den Grundstoff „quinta essentia", welcher auch sehr oft die Bezeichnung „Quintessenz" erhielt, hatten die Anhänger der aristotelischen Lehre sehr mühevolle und zeitraube Untersuchungen und Spekulationen angestellt. Die Angabe der Schriften über die in früherer Zeit entstandenen und viel und eifrig erörterten Streitfragen über deren Gegenstand findet sich bei Meyer, Aristoteles' Tierkunde, S. 411 — ferner Biese, Philosophie des Aristoteles, (II. Bd., S. 93).

Bezüglich des Begriffes „chemische Verbindung“ erwähnen wir zuletzt, daß man s. Zt. Meinungen hatte, die mit den heutigen Anschauungen im krassesten Widerspruche stehen. Die Entstehung eines Körpers durch Wechselwirkung anderer wurde als Erschaffung eines neuen Körpers angesehen und die Vernichtung der früheren Substanzen, aus denen er hervorgegangen, angenommen. Wie wir ja des öfteren schon erwähnten, begnügte man sich mit theoretischen Erklärungen, ohne jedoch die Richtigkeit derselben mit Hilfe der Beobachtungen zu prüfen, und dieser Mangel blieb bei den Alten auch noch späterhin, denn sie wurden mit den zahlreichen chemischen Tatsachen nur durch Zufall bekannt. —

So weit gehen unsere Nachrichten über die den Alten bis zum 4. Jahrh. v. Chr. bekannt gewesenen chemischen Tatsachen und sonstige mit der Chemie in Verbindung stehende Gegenstände. Von dem ersten Jahrhundert n. Chr. bis etwa zum vierten gehen uns fast alle Hilfsmittel ab, um uns weiter über die Fortschritte in der chemischen Wissenschaft informieren zu können.

Nach einem Holzschnitt, Valencia 1530.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Bevor wir jedoch zum folgenden Zeitalter übergehen, wollen wir noch eine kleine Betrachtung an dieser Stelle einfügen. In dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung gehen besonders von drei Ländern wissenschaftliche Forschungen aus: Griechenland, Italien und Ägypten. Von Griechenland, welches diese schöne Zierde bewahrte, ging der wissenschaftliche Sinn nach Italien über, wo derselbe in kurzer Zeit sich zu einer selbständigen Höhe emporgeschwungen hat; ebenfalls hatte sich in Ägypten das wissenschaftliche Leben bedeutend gebessert. Die Alexandrinische Akademie, von Ptolemäus I. (301—284 v. Chr.) gestiftet, hatte sich auch bei Verfall der ägyptischen Monarchie und während der Herrschaft der Römer ihre Bedeutsamkeit zu erhalten gewußt und sich zu der angesehensten Hoch-

schule emporgeschwungen. Durch die Einbrüche wilder Völker, sowie Verschlechterung der Sitten in Italien trat dort ein tiefer Verfall der Wissenschaft ein, welcher sich über das ganze Abendland verbreitete. Länger hielt sich die geistige Kultur im östlichen römischen Reiche, weil diese Gegenden erst in späteren Jahren durch die Einflüsse der Einbrüche wilder Volksstämme zu leiden hatten. Es dauerte dann auch nicht lange, daß Griechenland von nun an das Land der Wissenschaft in Europa wurde; diese Stellung wurde erst recht gekräftigt, seit Byzanz im Jahre 324 n. Chr. die Residenz des Herrschers wurde. Die byzantinischen Gelehrten standen im besten Einvernehmen mit ihren alexandrinischen Kollegen, und dieselben werden wohl von Alexandrien die naturwissenschaftlichen Kenntnisse erworben haben. Mit dem bestimmteren Auftreten der Verbreitung von chemischen Ansichten ist die Datierung eines neuen Zeitalters, zu welchem wir nunmehr übergehen werden, erforderlich; es ist dieses das alchemistische Zeitalter oder das der Metallverwandlung.

Dritter Abschnitt.

Das Zeitalter der Alchemie

oder das der

Metallverwandlung.

Die ältesten Alchemisten rückten das Datum des Ursprungs ihrer Kunst weit über die Grenze aller historischen Kenntnisse hinaus und zählen sie zu den Geheimnissen, die nur durch übernatürliche Mitteilung den Menschen bekannt werden konnten. So z. B. spricht sich einer der frühesten alchemistischen Schriftsteller namens Zosimos (400 n. Chr.) dahin aus, daß himmlische Wesen irdischen Frauen übernatürliche Geheimnisse mitgeteilt hätten. Eines dieser Art soll sein, wie man Gold und Silber künstlich herstellen könne. Hier haben wir das Arbeitsziel der alchemistischen Sache vor uns, die Veredelung unedler Metalle. Es liegt nahe zu glauben, daß Experimente, wie die Verwandlung eines Eisenstabes, den man in eine Kupfervitriollösung stellte, in Kupfer, die Alchemisten in solchen Gedanken bestärkten. Zosimos von Panopolis, von den damaligen und späteren Alchemisten als eine der größten Autoritäten verehrt, soll 28 Bücher über Alchemie veröffentlicht haben, von denen jedoch nur noch spärliche Reste erhalten sind. Wenn seine mystischen Rezepte auch vollständig unverständlich sind, so wissen

(Germanisches Museum, Nürnberg.)

wir, daß er von der Fixierung des Quecksilbers, von der Tinktur, (später von Synesius benannt: „Mercurius philosophorum"), welche Silber und Gold umwandelt, sowie einem göttlichen Wasser Panacee berichtete. Zosimos' bilderreiche Sprache ist auf jeden Fall auf die Werke der Alexandriner, sowie auf die mittelalterlichen Alchemisten nicht ohne Einfluß geblieben. Das Ende des vierten und der Anfang des fünften Jahrhunderts ist offenbar die Periode der höchsten Blüte alchemistischer Studien bei den Alexandrinern gewesen; es sei hierbei an Synesius und Olympiodor erinnert.

Über die Schriften, die dem Kreise der Ägypter angehörten oder unter dem Einfluß des ägyptischen Wissens verfaßt wurden, schreibt Hammer im Artikel „Alchemie im Orient" (Allgem. Enzykl. d. Wissensch. u. Künste [II. Teil, Leipzig 1819] S. 417) folgendermaßen: „Die ältesten Werke, welche die Araber hierüber von den Indern, Ägyptern, Persern und Griechen erhalten zu haben behaupten, sind die alchemistischen Bücher der Brahmanen Bojunol-brehmen (d. i. Beweise der Brahmanen), die Abhandlung Dschamasps, die Wesirs, Erdeschirs, des Sohnes Behmens, das Buch des *Hermes Trismegistos* an seinen Sohn Thot, die Bücher des Aristoteles, Agathodaimon, Heraklius und die der Nabathäer übersetzt von Ibn Washschije."

Hermes Trismegistos ist in den ältesten alchemistischen Schriften, die, in griechischer Sprache geschrieben, auf uns gekommen sind, eine Persönlichkeit, die an erster Stelle als Urheber der Alchemie oder der „schwarzen Kunst" zu nennen wäre; bei Jambliches, Tertullian und bei allen Alchemisten der späteren Zeit wird dieser Name mit der größten Verehrung genannt.

Bei den Euhemeristen, Neuplatonikern und Christen galt Hermes Trismegistos für einen alten Weisen oder ägyptischen König, welcher die Menschen belehrt und geheimnisvolle Bücher verfaßt habe. Es entstanden auch durch Vermischung griechischer und ägyptischer Anschauungen eine Anzahl Schriften voll Mystik und Aberglauben, welche ihm zugeschrieben wurden und teilweise noch erhalten sind. Auch bei den Syrern und Mohamedanern fanden diese griechisch-ägyptischen Anschauungen Eingang und haben sich bei ihnen in mehrfachen Fassungen und vermengt mit anderen Traditionen lange erhalten. Eines Schriftstückes, welches diesem Manne zugeschrieben wird und unter dem Namen „Tabula smaragdina" bekannt ist, soll hier besonders Erwähnung getan werden. Der Inhalt, in lateinischer Übersetzung von Hortulanus mitgeteilt, lautet: „Verum est sine mendacio, certum et verissimum: Quod est inferius, est sicut id, quod est

Titelblatt
eines alchymistischen Lehrbuches
von Oswald Croll.
(Eigene Sammlung.)

superius. Et quod est superius, est sicut id, quod est inferius ad penetranda [1]) miracula rei unius.

Et sicut res omnes fuerunt ab uno, meditatione unius: sic omnes res natae fuerunt ab hac una re, adaptatione. [2])

Pater ejus est sol, mater ejus est Luna. Portavit illud ventus in ventre suo. Nutrix ejus terra est. Pater omnis telesmi totius mundi est hic. [3]) Virtus ejus integra est, si versa fuerit in terram.

Separabis terram ab igne, subtile a spisso, suaviter, cum magno ingenio. Ascendit a terra in coelum, iterumque descendit in terram, et recipit vim superiorum et inferiorum. Sic habebis gloriam totius mundi. Ideo fugiet a te omnis obscuritas. — Haec est totius fortitudinis fortitudo fortis, quia vincet omnem rem subtilem, omnemque solidam [4]) penetrabit. Sic mundus creatus est.

Zur „Tabula smaragdina“:
„Der Wind hat es in seinem Leibe getragen“.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Hinc erunt adaptationes mirabiles, quarum modus est hic. Itaque vocatus sum Hermes Trismegistus, habens tres partes Philosophiae totius mundi.

Completum est, quod dixi de operatione solis.“

Zu deutsch: „Es ist ohne Lüge wahr, gewiß und überaus wahr: Was unten ist, ist wie das, was oben ist. Und was oben ist, ist wie das,

---

1) Statt penetranda hat das Aureum Vellus die Lesart: „praeparanda“, die Ausgabe des Prophilus aber: perpetranda.

2) Für adaptatione heißt es im Aureum Vellus: „adoptione“.

3) Statt pater omnis telesmi totius mundi est hic hat das Aureum Vellus: Hic est vis totius mundi.

4) Für: omnemque solidam hat das Aureum Vellus: et omne solidam.

was unten ist, um die Wunder eines Dinges zu durchdringen. Und wie alle Dinge von einem durch das Nachdenken eines waren, so sind alle Dinge durch ein Ding: die Anpassung. Vater des Dinges ist die Sonne, Mutter ist der Mond; der Wind trug jenes im Leibe, und die Erde hat es ernährt. Vater des ganzen Werkes der gesamten Welt ist dieser. Die Kraft desselben ist unversehrt, wenn es sich nach der Erde gekehrt hat. Du magst die Erde vom Feuer trennen, das Leichte vom Dichten sanft mit großem Geiste. Es steigt hinan von der Erde zum Himmel und herab wieder zur Erde und nimmt die Kraft der oberen und unteren in sich auf.

Zur „Tabula smaragdina“:
„Die Erde hat es ernährt“.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

So wirst du den Ruhm der ganzen Welt haben, so wird jedes Dunkel von dir fliehen. Das ist die ganze Tüchtigkeit alles Tüchtigen, weil es jede leichte Sache überwinden und *jede dichte durchdringen* wird.

So ist die ganze Welt geschaffen worden.

Von da werden wunderbare Anpassungen kommen, deren Weise diese ist.

Daher heiße ich Hermes Trismegistos, da ich die drei Teile der gesamten Weltphilosophie habe.

Zu Ende ist, was ich von der Wirkung der Sonne sagte.“

Vorstehende Reproduktionen beziehen sich auf zwei Sätze in der „tabula smaragdina“, und zwar erstere auf den Satz: „Der Wind hat es in seinem Leibe getragen“ und letztere auf das Thema: „Die Erde hat es ernährt“. Wir wollen an dieser Stelle ein deutsches Epigramm zum besseren Verständnis des letzteren Bildes anführen: „Romulus von einer Wölffin ist, aber Jupiter gesäuget von einer Geis, wie solch's das Gerücht bezeuget. Was Wunder ist, so wir sagen, daß der Weisen Kinder nehret sey von der Erd, so ihm ihre Milch hat gewehret? Sodann die Thier

gespeiset han solche große Helden gewiß, Wie groß mag dann der sein, dessen die Erd Säugmutter ist.“ (Vergl. Peters, Aus pharmazeutischer Vorzeit I, S. 208.)

Die Bezeichnung Hermes Trismegistos findet sich zuerst bei dem griechischen Schriftsteller Tertullian Ende des 2. Jahrhunderts n. Chr.; er nennt ihn mit dem lateinischen Namen: „Mercurius ille trismegistus magistus magister omnium physicorum“.

Als interessante Bestätigung dieser Identität ist der Umstand zu betrachten, daß in den Inschriften des dem Thot geweihten Tempels zu Dakke am Nil die drei Namen: Thot, Hermes, Mercurius, ersterer in Hieroglyphen, Hermes in griechischen, der letztere in lateinischen Lettern vorkommen.

Wie schon erwähnt, vereinigen sich alle Alchemisten dahin, daß sie als ihren ersten Vorgänger Hermes Trismegistos anerkennen. Der Neuplatoniker Jamblichos (280 n. Chr.) sagt in seiner Schrift über die Mysterien Ägyptens, daß nach Seleucus Hermes Trismegistos zwanzigtausend Bände über die allgemeinen Prinzipien geschrieben habe; nach Manethon aber habe er 36 525 Bände über alle Wissenschaften verfaßt. Die Ansichten über Hermes Trismegistos gehören zu den wesentlichsten der Alchemie, die von ihm den Namen „hermetische Kunst“ trug; ja die letzten Ausläufer finden wir noch im Anfange des 19. Jahrhunderts in der „hermetischen Gesellschaft“, als deren Repräsentanten wir die zwei westfälischen Ärzte Dr. Kortüm in Bochum und Dr. Baehrens in Schwerte nennen. Wenn man daran erinnert, daß Dr. Kortüm der Verfasser der allbekannten „Jobsiade“ (Bobertag, Stuttgart 1884) ist, so wird der Zweck, den die Repräsentanten der „hermetischen Gesellschaft“ verfolgten, nicht zweifelhaft sein.

Wir wollen nur in Kürze einige von den vielen Behauptungen der Alchemisten, welche biblischen Persönlichkeiten und. Heiligen Kenntnisse in ihrem Sinne zuschreiben, erwähnen: z. B. zählen die Alchemisten Thubalkain zu den Ihrigen, weil die Schrift ihn einen Künstler in Erz und Eisen nennt. 1. Moses, 4, 22. Moses war Alchemist, weil er in der Wüste bitteres Wasser in süßes zu verwandeln und zuvor das goldene Kalb in eine trinkbare Flüssigkeit umzuschaffen wußte; Hiob war Alchemist, weil einer seiner Freunde nach Luthers Übersetzung zu ihm spricht: „Du wirst für Erde Gold geben und für die Felsen goldne Bäche.“ So scheinen auch die metallurgischen Kenntnisse, welche sich der Evangelist Johannes in den Bergwerken zu Pathmos verschafft hatte, Anlaß gegeben zu haben, ihn für einen Alchemisten zu halten, denn hierfür spricht die

im 12. Jahrhundert von Adam von St. Victor gedichtete Hymne: „Gratulemur ad festivum“, welche nach dem römischen Brevier am 27. Dezember zu Ehren des Heiligen gesungen wurde, auch die Lobpreisung:

„Inexhaustum fert thesaurum,
Qui de virgis fecit aurum,
Gemmas de lapidibus.“

In deutscher Übersetzung:
„Einen unerschöpflichen Schatz bringt,
Wer aus Ruten Gold gemacht hat,
Edelsteine aus Steinen.“

In den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung wurde, wie aus den Werken des Dioskorides, Plinius und der Gnostiker zu ersehen ist, die Umwandlung von Kupfer und Erzen in Gold und Silber als Tatsache angesehen; hierbei wollen wir nicht unerwähnt lassen, daß man sich auch zu damaliger Zeit in China mit Alchemie beschäftigte, und es war denn auch Tatsache, daß man die Umwandlung von Zinn in Silber, von diesem in Gold in vollem Ernste auszuführen suchte.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir all den Momenten Beachtung schenken, welche von den Versuchen der Metallverwandlung bei den antiken Völkern sprechen. Wie wir schon bemerkten, sind uns die ersten unverwüstlichen Zeugnisse erst aus dem 4. Jahrhundert n. Chr. bekannt. Julius Maternus Firmicus, der unter der Regierung Konstantins des Großen lebte, schrieb eine Astronomie unter dem Titel: „Mattäsis“, in welcher er erwähnt, daß eine bestimmte Konstellation bei der Geburt des Menschen diesen für die Kenntnisse der Alchemie befähige. Das Wort wurde hier zum ersten Male gebraucht; woher es stammt, läßt sich nur vermuten; ob es von dem griechischen Worte „χέω“, ich gieße, ob es von dem ägyptischen Worte „chemie“ oder von dem hebräischen Worte „cham“ herkommt, kann niemand sagen, weil das Wort in den verschiedenen Zeiten seine Ableitung und Bedeutung verändert. Die Silbe „al“ ist nur der arabische Artikel. Die ältesten alchemistischen Schriftsteller sind meist Mitglieder der ägyptischen Hochschule zu Alexandria, und es ist sicher, daß an dieser hohen Bildungsstätte eifrig Alchemie betrieben wurde. Mit der Eroberung Ägyptens durch die Araber im Jahre 640 trat insofern

(Germanisches Museum, Nürnberg.)

eine Änderung ein, als dieser semitische Volksstamm die Kultur an sich riss und dieselbe zu einer Blüte brachte, die bedeutende Früchte zeitigte; denn von der Mitte des 8. Jahrhunderts an erfreuten sich die Wissenschaften in allen Ländern, welche die Araber in Besitz genommen hatten, der aufmerksamsten Pflege.

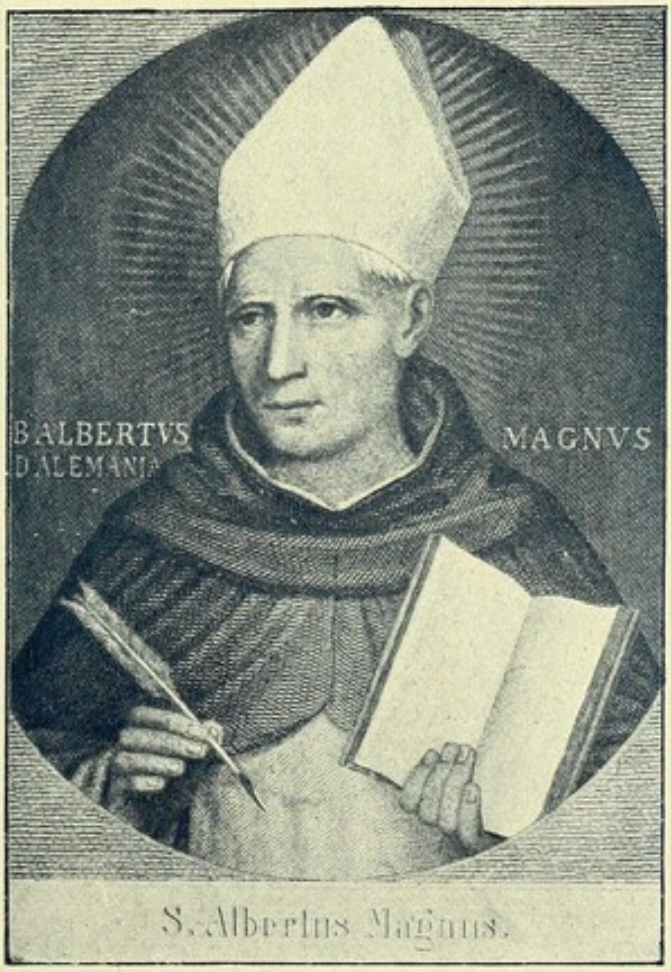
An erster Stelle wird Abu Hâschim Châlid Ben Jesîd Ben Moawia al-Ommawi, welcher im Islam astronomische, medizinische und alchemistische Werke habe übersetzen lassen — ein Gelehrter aus dem Stamme Coreisch, und der einen christlichen Mönch, namens Murianos zum Lehrer gehabt hat, genannt. Derselbe soll ganz besonders in der Medizin und Alchemie bewandert gewesen sein und starb 704. Außer dem eben genannten Mönch wird noch ein anderer Lehrer genannt, der ihm in der Magie Unterricht erteilte, es war dieses der Araber Dschâbir. Ferner haben wir hier zu nennen den Kalifen Al Mansur (754—775), welcher die Akademie zu Bagdad gründete, auch sein Nachfolger Harun Alraschid und dessen Söhne sind rühmlichst zu nennen. Das arabische Spanien begann ein Hauptsitz der Wissenschaften zu werden, nachdem Cordoba im Jahre 755 ein selbstständiges Kalifat geworden war. Hier, sowie in Sevilla, Toledo und in anderen Städten, entstanden Hochschulen, welche dem ganzen nordwestlichen (Westen) Europa eine reiche Quelle wissenschaftlicher Bildung wurden.

Als erster unter den für die Alchemie bedeutenden Namen ist Abu-Mussa-Dschafar al-Sofi, oder bekannter Geber zu nennen. Von den Arabern sowohl, als auch von den späteren Alchemisten wird er als erste Autorität anerkannt, und wir haben in ihm, wenn auch seine Schriften in neuerer Zeit als echt bestritten werden, eine Konzentration der chemischen Kenntnisse der Araber zu erblicken, aus welchem Grunde wir glauben, einen kurzen Überblick über seine Person geben zu müssen. Über sein Leben, das in das 9. und 10. Jahrhundert verlegt wird, weiß man nichts und zwar aus dem Grunde, weil zuweilen Verwechslungen mit ihm und seinem Schüler Dschâbir Ben Hajjan oder el Sufi — aus Tarsus stammend — vorgekommen sind. Berthelot weist in seinen zwei Abhandlungen in der Revue des deux mondes 1893 (15. September bis 1. Oktober) nach, daß die Geber zugeschriebenen lateinischen Schriften, nicht von ihm herrühren und alle vermeintlichen Geberschen Schriften apokryph sind. Die auf uns gekommenen Schriften, von dem wahren Geber herrührend, lassen erkennen, daß ihm bisher Kenntnisse zugeschrieben wurden, die er nicht gehabt hat. Geber lehnt sich lediglich eng an die griechisch-alexandrinische Lehre an und weist viele mystische Elemente auf; auch von den ihm zugeschriebenen Kenntnissen von den Metallen findet sich nichts in seinen Schriften. Dem-

nach kann Geber die Bedeutung, die man ihm als vermeintlichen Verfasser der lateinischen Schriften lange beigemessen hat, nicht zukommen, wenn er auch jahrhundertelang in größtem Ansehen bei den späteren Alchemisten stand.

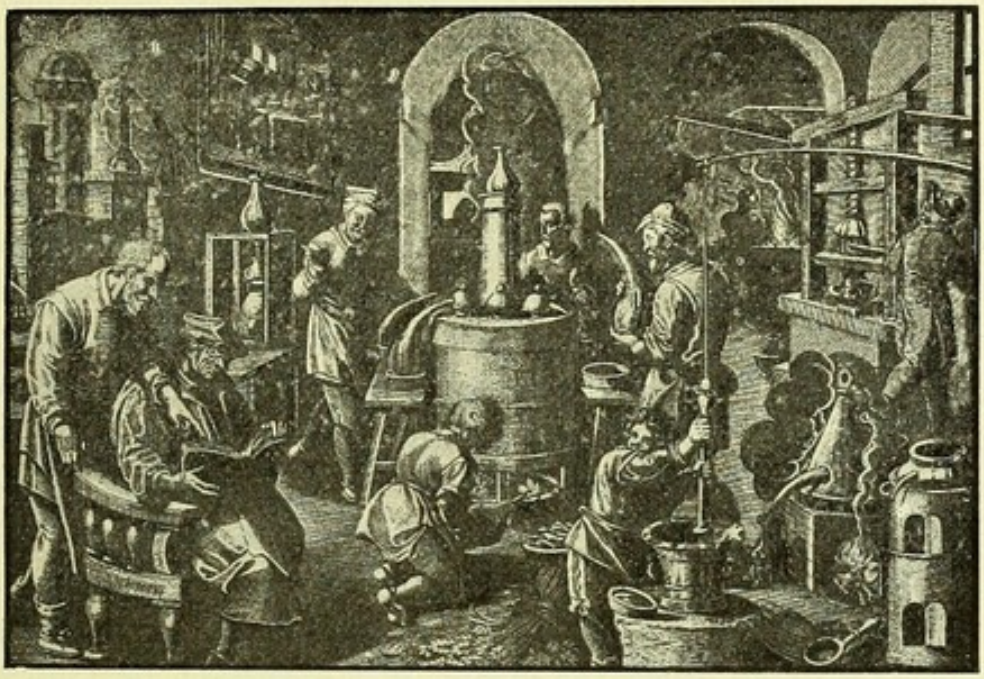
Aus der großen Zahl der Nachfolger Gebers seien hier nur die Namen Rhaces, Avicenna, Averrhoës genannt; sie sind hochbedeutende Ärzte, die sich nebenbei mit Chemie befaßt haben. Ob sie die Chemie wesentlich bereichert haben, ist fraglich, und ist das eine sehr bemerkenswert, daß Rhaces die Transmutation der Metalle bestimmt annimmt, während Avicenna dieselbe bestreitet. Mit Beginn des 13. Jahrhunderts erlischt die Bedeutung der Araber für die Wissenschaft, und die christlichen Völker des Abendlandes treten ihr Erbe an. Allmählich fanden die Lehren der ägyptisch-griechischen sowie der arabischen Alchemisten, vermutlich von Spanien, ihren Weg nach Frankreich, Italien, England, Deutschland; freilich haben auch gewisse byzantinische Gelehrte, wie z. B. Michael Psellus zur Verbreitung alchemistischer Ideen beigetragen. Das erste Auftreten eines Alchemisten in Deutschland ist jedoch erst im Jahre 1063 nachweisbar; nämlich Adam von Bremen berichtet, daß am Hofe des Bischofs Adalbert von Bremen ein getaufter Jude namens Paulus diesen Fürsten betörte, er habe in Griechenland die Kunst, Kupfer in Gold umzuwandeln, gelernt. In der Tat bildete die Umwandlung unedler Metalle in edle mittels des Steines der Weisen damals den Angelpunkt, um den sich alles chemische Wissen drehte, und die Folgezeit bis zum Zeitalter der Renaissance hat in Männern wie Albertus Magnus, Roger Baco, Raymundus Lullus, Arnoldus Villanovus, die nach der Zeit ihres Hauptwirkens dem 13. Jahrhundert angehörten, und schließlich am Ende des 15. Jahrhunderts den vermeintlichen Basilius Valentinus die Klassiker der Alchemie hervorgebracht.

Betrachten wir das geistische Leben im frühen Mittelalter, so erfahren wir einen beträchtigen Tiefstand auf allen Gebieten. Die Völkerwanderung hatte alles vernichtet, was noch von römischer Kultur vorhanden war. Die Wissenschaft, soweit sich dieselbe in den Händen des Klerus befand, lag unbenutzt, verstaubt in den Klosterbibliotheken. Über den Völkern schwebte wie eine dunkle Wolke soziale Unfreiheit und religiöser Wahn. Ganz langsam nur begann im 8. Jahrhundert und dann später unter Karl dem Großen das erstarrte Leben sich wieder zu regen. Die Kreuzzüge haben den langen Todesschlaf der Wissenschaften nicht gebrochen, wenn auch zugegeben werden muß, daß sie den Horizont der Völker um ein beträchtliches erweiterten. Erst durch den unmittelbaren Verkehr mit den Arabern — hierher gehört die Erwähnung der gegen 1100 gegründeten medizinischen Schule zu Salerno — schöpfte der abendländische Geist neue



(Eigene Sammlung.)
(Nach einem Gemälde in Florenz.)

Nahrung, und in rascher Aufeinanderfolge enstanden die Universitäten Paris, Salamanca, Padua und Athen. Was uns vor dieser Zeit berichtet wird,



Destillationsraum im 16. Jahrh.,
gez. v. J. Stradanaus, gest. v. J. Galle.
(Deutsches Museum, München.)

ist unsicher, und die Geschichte der Alchemie setzt erst mit dem 13. Jahrhundert wieder ein.

In Deutschland ist ihr erster bedeutender Vertreter *Albertus Magnus*, aus dem Geschlechte der Grafen von Bollstädt, in Lauingen a. d. Donau im Jahre 1193 geboren; er erhielt im frühesten Alter seiner Jugend eine recht gute Erziehung. Später besuchte er die Hochschule zu Padua und widmete sich alsdann dem geistlichen Stande, dort trat er im Jahre 1223, in den Dominikaner Orden, der damals in hoher Blüte stand und 5 Jahre vorher gegründet war. Er wirkte als Lehrer der Theologie an verschiedenen Orten Deutschlands z. B. in Köln, Hildesheim, Freiburg, Regensburg und Straßburg, später in Paris. Im Jahre 1254 zum Provinzial seines Ordens ernannt, wurde Albertus Magnus 6 Jahre später in Rom zum Bischof von Regensburg konsekriert, diese hohe Würde legte er jedoch 2 Jahre später nieder und zog sich in das Kölner Kloster, wo er noch viele Jahre lebte, zurück, bis er im Jahre 1280 starb. —

Albert von Bollstädt, dem die Nachwelt den Namen des „Großen“ verliehen hat, und der wegen seines frommen und strengen Lebenswandels von der katholischen Kirche in die Zahl ihrer Heiligen aufgenommen ist, umfaßte mit seinem gewaltigen Geiste das ganze Gesamtwissen seiner Zeit.

Sein Biograph Tritheim (15. Jahrhundert) sagt von ihm: Albertus magnus sei groß gewesen in der natürlichen Magie, größer in der Philosophie, am größten in der Theologie. Letzteres dürfte denn wohl der Grund sein, weshalb man ihm das erstere ungestraft nachsagen durfte. Diesen Mann, der sich viel mit Alchemie befaßte und der schwarzen Kunst manchen guten Dienst erwiesen hat, ereilte keine kirchliche Anklage.

Höchst merkwürdig ist die Ansicht von Albertus über das Beginnen der Alchemisten, indem er sagt: „Ich leugne gerade nicht die Behauptung der Chemiker, daß durch recht unterhaltenes, scharfes und langsames Feuer aus jedem Ding Öl, Nitrum und Gold gezogen werden kann, aber diese Ansichten sind schwerer zu verstehen und jene Prinzipien durch die Kunst nicht ganz auszuführen.“ Vergleiche Sighart, Albertus Magnus, S. 327. Eindundzwanzig Foliobände füllt die von P. Jammy zusammengestellte (1651 zu Lyon) Gesamtausgabe seiner Schriften, von denen sich ein nur verhältnismäßig geringer Teil mit Naturwissenschaften speziell Chemie befaßt. Von letzteren waren besonders zu erwähnen: die Libri VIII physicorum, die Libri II de generatione et corruptione, die Libri IV de coelo et mundo, die Libri IV meteororum; und was seine Kenntnisse über Metalle betrifft, kommen speziell die Libri V de rebus metallicis et mineralibus in Betracht.

Die Ansichten des Albertus in Bezug auf die Metalle stimmen im Wesentlichen mit denen Gebers überein; er hält die Metalle für sehr nahe verwandt und zweifelt nicht an der Möglichkeit der Metallverwandlung. Interessant sind seine Ansichten über die Kohlen: „Einige (Kohlen) entstehen, wenn entweder brennendes Holz durch Wasser ausgelöscht wird, oder wenn grünes Holz angezündet wird, worauf das Feuer, mit Erde bedeckt, das Feuchte in ihnen austrocknet, aber nicht unterbricht; das sind die dauerhaften Kohlen. Die anderen entstehen natürlich in der Erde; wenn nämlich ein Boden, feucht und sumpfig, durch die Hitze, die von der Materie der Erde auf ihn reflektiert, entzündet wird, dann verbrennt das Feuchte, und die schwarze und sehr schwere Erde bleibt zurück, vielfach unterbrochen, doch nicht ganz Asche; das sind die Kohlen, die heißeres Feuer geben und von den Schmieden vor allen gesucht werden. Es finden sich solche in Deutschland und in Gallien bei der Stadt Leiden.“ Albertus Magnus stellt sich nicht unter Aristoteles sondern neben ihn, er verwendet des Aristoteles' Sätze, ja oft die einzelnen Worte des Satzes als Bausteine, um aus ihnen und seinen eigenen Worten neue Sätze und selbst neue Behauptungen zu bilden (vergl. Stadler, Forschungen, XIV, S. 97), dieses beweist schon allein, daß er (Lib. I physicorum, tract. III, cap. 9 ss.)

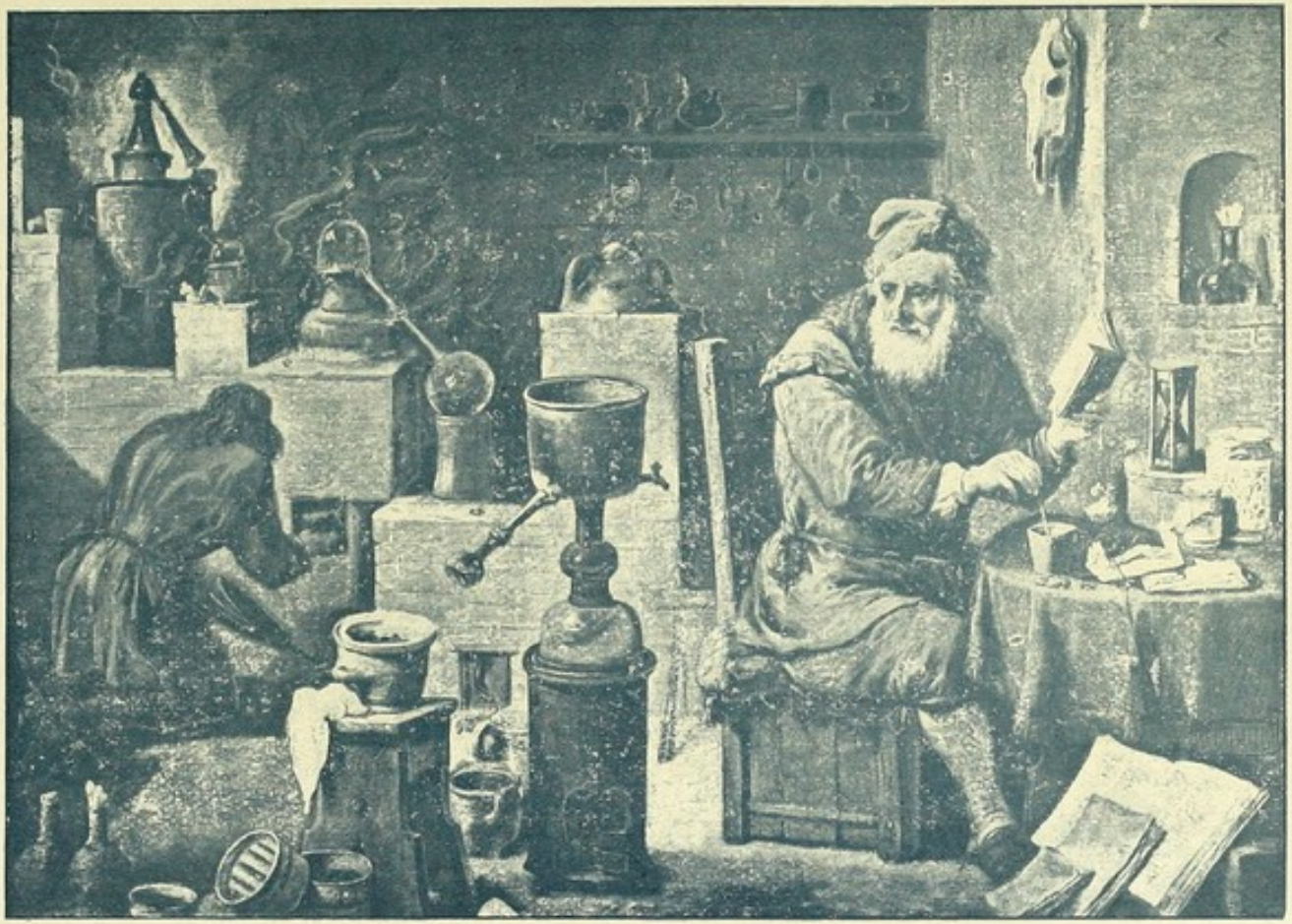
sagt, daß es eine Urmaterie gebe, aus welcher die verschiedenen Körper bestehen, die unter sich, je nach der Form, verschieden seien; ferner in seinen Schriften, de generatione et corruptione Lib. II, tract. I, cap. 2 und de coelo et mundo Lib. III, tract. II, wo er beispielsweise von den vier Elementen berichtet. Ja, Albertus lehrte, daß Wasser jedenfalls in die Grundmischung der Metalle, wie aller verflüssigbarer Körper eingehe, und daß anderseits die Starrheit der Metalle auf der Kälte des in ihnen enthaltenen Wassers beruhe, und er ferner erörtert, wie dieses Wasser in den Metallen auch bei hohen Hitzegraden zurückgehalten werde, und daß das in den Metallen enthaltene Feuchte fettiger Art sei und in ihnen mit feinem Erdigem innig verkörpert. Dabei bemerkt Albertus ausdrücklich, daß diese (seine) Ansichten der Lehre der Araber — Quecksilber und Schwefel seien die Materie aller Metalle — nicht widersprechen, denn er sagt: das Feuchte sei in seiner Mischung mit Erdigem die materia proxima des Quecksilbers und die besprochene Fettigkeit sei propria et essentialis materia sulphuris. Über die Elementarzusammensetzung im aristotelischen Sinne, die dem Schwefel und dem Quecksilber zukommt, sagt er: daß in dem ersteren alle vier Elemente enthalten seien, in dem Quecksilber vorzugsweise Wasser und Erde, und lehrt ferner, daß Schwefel und Quecksilber alle Metalle bilden, und wie die Zusammensetzung der einzelnen sei, wenn er schreibt: „Est autem argentum vivum sicut substantia materalis metallorum sicut menstruum est embryonis, ex quo virtute sulphuris digerentis ipsum et adurentis omne metallum generatur.“ (Lib. IV de mineralibus, tract. I, cap. 2.) Nach den Mitteilungen Kopps beruft sich

Lehrstuhl des Albertus Magnus.
Sighart: „Albertus Magnus“ (Regensburg).

a) Vordere Brustwehr, b) erstes Türlein, c) vordere Lehne, d) zweites Türlein, e) hintere Lehne.

Albertus Magnus auf Geber, niemals jedoch auf Avicenna, ferner: Hermes, Pythagoras, Plato, Aristoteles, Kalisthenes und andere Namen, welche, dem Altertum angehörig, in jener Zeit anerkannt wurden. Albertus Magnus besaß eine ganze Reihe von tatsächlichen chemischen Kenntnissen; die Trennung der edlen Metalle von unedlen, die Trennung des Silbers von Gold durch Scheidewasser vollzog er zuerst mit größter Sicherheit und stellte Arsenik aus Erzen durch Sublimation dar.

Wenngleich Albertus Magnus viele Kenntnisse in der Chemie hatte, so ist noch lange nicht die Folge, daß er viel experimentierte; unser Gelehrter hatte eine immense Belesenheit und — man kann wohl mit Recht behaupten, daß Albertus auch gar keine Zeit gehabt hätte, sich mit dem Laborieren zu beschäftigen, denn er war ja zu sehr mit anderen Arbeiten in Anspruch genommen. Wo er die Betrachtungen über die Natur der Metalle in Lib. III de mineralibus, tract. I, cap. 1 beginnt, schreibt der Forscher folgendes: „Er wolle mitteilen, was die Philosophen angegeben haben oder er selbst aus Erfahrung wisse. Denn er habe einmal ausserhalb seines Vaterlandes gelebt und sei weit an metallführende Orte gereist, um die Natur der Metalle kennen zu lernen. Und er habe um derselben Ursache willen in alchemistischen Werken studiert: Lac etiam de causa quaesivi in alchimicis transmutationes metallorum, ut ex his innotesceret aliquatenus eorum natura et accidentia eorum propria. Das steht fest, daß ihm die Dunkelheit alchemistischer Schriftsteller ziemlich groß schien; denn, glaubte auch Albertus an die *Möglichkeit* der künstlichen Umwandlung der unedlen Metalle, so machte er doch gewisse Reservationen und war sehr vorsichtig, eine wirkliche Metallverwandlung anzunehmen. Interessant ist eine Stelle in seinem Lib. III de mineralibus, tract. I, cap. 7 in Bezug auf die Grundfrage (ob es nur im Metall das Gold, als vollkommenes gebe und die anderen Metalle unvollkommene Formen derselben Substanz seien), in der es wörtlich heißt: „Propter hanc quaestionem debite discutiendam plurimos inspexi libros alchimicos et inveni libros illos absque sigillo et probatione, tantum expertis inniti et celare intentionem eorum per verba metaphorica, quae nunquam fuit consuetudo philosophiae.“ Und darüber, ob Metallverwandlungen tatsächlich möglich seien bezw. ausgeführt worden wären, äußert er sich in Lib. III de mineralibus, tract. I sehr kritisch und reserviert, denn charakteristisch ist seine Aussage, daß er keinen Alchemisten gefunden habe, der die Umwandlung eines Metalles in ein anderes im ganzen ausführte, so, daß das erstere vollständig und nach allen Eigenschaften zu der Substanz des anderen geworden, indem er schreibt: „Praeterea alchimicum vix aut nunquam invenimus in toto



Teniers: Der Alchymist.
(Kollektion Hanfstaengl, München [Alte Meister]).

operantem, sed potius citrino elixir colorat in auri speciem, et albo elixir colorat in argenti similitudinem, studens ut color in igne remaneat et penetret in totum metallum, et hoc modo operationis potest induci flavus color, substantia metalli remanente.“ Albertus scheint sich eher der Ansicht zuzuneigen, daß nicht die Kunst unmittelbar eine Metallspezies in eine andere umwandeln könne, wohl aber aus einer solchen durch die ihr innewohnenenden Naturkräfte andere werden. Ferner ist auch die Ansicht in dem „Libellus de alchimia“, welche in der Lyoner Ausgabe mit aufgenommen wurde, von Bedeutung, mit der er zum Ausdruck bringt, er habe viele Länder, Orte und Schlösser der Alchemie wegen besucht, weil er die Angaben der alchemistischen Schriften sich nicht bewährend und nutzlos gefunden habe. Viele habe er gefunden, praedivites, literatos, abbates, praepositos, canonicos, physicos et illiteratos, qui pro eadem (alchimiae) arte magnas fecerunt expensas. Albertus führt alsdann weiter aus, daß er sich selbst auf das praktische Arbeiten verlegt, donec inveni, esse possibilem transmutationem in solem et lunam. Allerdings soll diese Schrift nicht von ihm herrühren, denn, wäre es so, würde die oben gemachte Behauptung, Albertus habe sich mit der praktischen Arbeit in der Alchemie wenig oder gar nicht befaßt, unrichtig sein. Ein Zweifel darüber ist insofern ganz ausgeschlossen, da in letztgenannter Schrift Gewährsmänner namhaft gemacht werden, die der Zeit nach Albertus Magnus angehörten. Dessen ungeachtet, bleibt doch von seinen echten Schriften noch so viel übrig, um sich einen Begriff davon zu machen, welches Wissen dieser hervorragende Gelehrte des 13. Jahrhunderts speziell in unserer Wissenschaft besessen hat. Von seinen chemischen Kenntnissen haben wir oben schon einige angeführt, denen folgende noch angegliedert sein mögen: Über die Natur des Quecksilbers war Albertus hervorragend orientiert; er behauptete, daß das Metall in einem Gefäße mit langem Halse oft sublimiert werden könne und immer dasselbe bleibe, fast ohne Gewichtsabnahme. Er hält beispielsweise das Quecksilber und den Schwefel für die Grundbestandteile der Metalle; ferner zieht Albertus für die Erklärung der Eigenschaften oder des Verhaltens von Körpern ausschließlich die Zusammensetzung aus den peripatetischen Elementen und das Zukommen der aristotelischen Fundamentaleigenschaften in Betracht. Über die Verbrennung bezw. über die Flamme spricht sich unser Gelehrter folgendermaßen aus: Eine Flamme ist nichts anderes als entzündeter Rauch (Constat, quod flamma non est nisi fumus accensus). Die Verbindungen des Schwefels mit Metallen untersuchte er genauer und fand, daß der erstere alle Metalle, mit Aus-

nahme des Goldes, angreift, wenn er auf sie im geschmolzenen Zustand geworfen wird.

Ein Zeitgenosse des Albertus Magnus ist der Engländer Roger Baco; zu Ilchester, Grafschaft Somerset, im Jahre 1214 geboren, widmete er sich ebenfalls dem geistlichen Stande, studierte in Oxford und Paris, wo er zum Doktor der Theologie promoviert wurde. Wie Kopp in seinen Beiträgen III, S. 86 berichtet, wurde Baco in Paris mit einem hervorragenden Gelehrten namens Petrus de Maharucuria Picardus (meist Magister Petrus genannt) bekannt, welcher von Roger Baco als der verständigste Gelehrte und Naturforscher gerühmt, als der dominus experimentorum gepriesen wird. 1250 kehrte er nach Oxford zurück und trat in den Franziskaner-Orden ein. Unser Forscher, einer der erleuchtetsten und fortgeschrittensten Geister seines Jahrhunderts, richtete heftige Angriffe gegen die Herrschaft begründeter, die Entwicklung der Wissenschaft hemmender Autoritäten und stellte über das Wissen, welches lediglich durch reine Spekulation genährt ist, mit vollem Nachdrucke das Wissen auf Grund experimentellen Forschens; in dieser Beziehung stand er denn auch über Albertus Magnus. Harte Verfolgungen blieben dem kühnen Mann nicht aus; von 1257 bis 1267 wurde er von Oxford entfernt und in Paris in strenger Aufsicht gehalten. Papst Clemens IV. gab ihm die Freiheit wieder und so kehrte er im Jahre 1267 nach Oxford zurück. Nachdem er sich neuerdings in scharfen Ausdrücken gegen die weltliche und geistliche Autorität erging, kamen neue Verfolgungen über ihn. Auf einem allgemeinen Ordenskapitel, welches 1278 stattfand, wurden Bacos Lehren verdammt, und Baco wurde abermals in Oxford länger in Haft gehalten. 1292 wieder auf freien Fuß gesetzt, starb er im Jahre 1294.

A. v. Humboldt (Kosmos II. Bd., S. 284) sagt: „Roger Baco ist ein seit lange oft besprochener, mehrfach unrichtig beurteilter, doch bewunderter, durch wichtige Publikationen der letzten Jahre besser als vorher bekannt gewordener wissenschaftlicher Charakter."

Roger Baco hatte umfassende Kenntnisse in den Naturwissenschaften, aus welchem Grunde ihm später der Ehrenname Doctor mirabilis beigelegt wurde. Theoretisch steht er auf demselben Standpunkte wie Albertus Magnus; er verteidigt die Möglichkeit der Metallverwandlung aus allen Kräften, gestützt auf die Theorie von der Zusammensetzung der Metalle, die er ganz nach Geberschen Grundsätzen vorbringt. Roger Baco war von dem Glauben an die Existenz eines Steines der Weisen durchdrungen, und wir verweisen auf folgendes Werk: „Ein vortrefflicher Tractat dess Hocherlauchten und Sinnreichen Philosophi Rogeri Bachonis. Von der wahrhafftigen

(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

Composition des Lapidis Philosophorum Theorice et Physice gantz lustiglich beschrieben, darinnen nicht allein die natürlichen Ursachen, sondern auch Theologische Exempel nach der Natur demonstrirt werden. In Truck gegeben: Durch den edlen und besten Paulum Hildenbrandt, von Hildenbrandtseck. Getruckt zu Frankfort am Mayn, durch Nicolaum Bassaeum 1597."

Roger Baco, dessen Geist seiner Zeit weit vorausgeeilt war, hatte sich in seinem Werke: „De nullitate magiae" in eigenen Bahnen bewegt; der Bekämpfung des uralten Glaubens an übersinnliche Einflüsse auf die Metalle tritt auch bei ihm die skeptische Beurteilung der Möglichkeit, Metalle künstlich zu erzeugen, zur Seite.

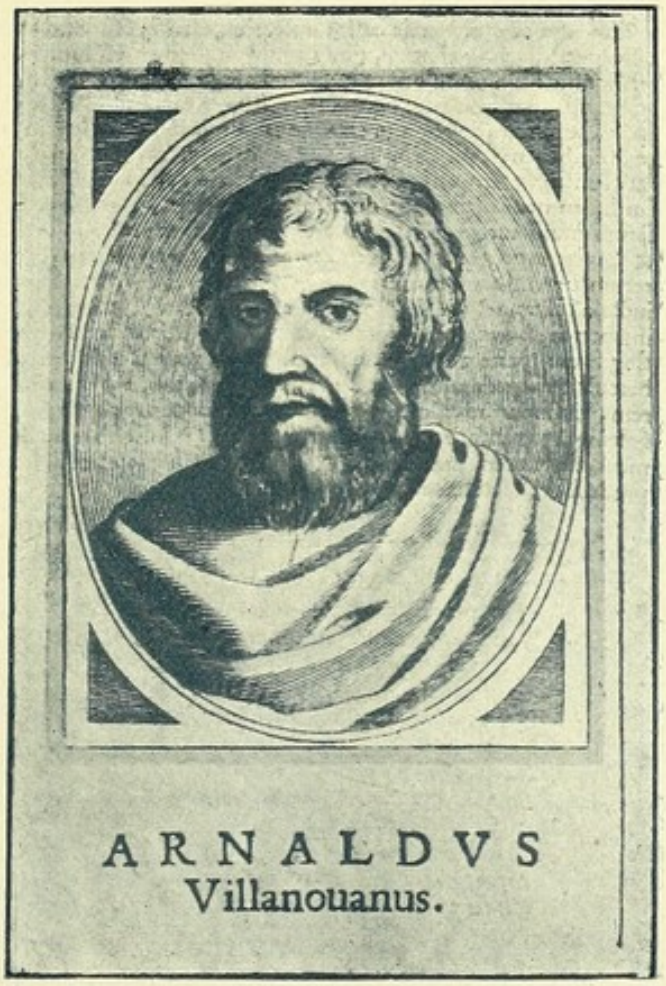
Seine Größe für die Geschichte der Chemie besteht vornehmlich in seinem Bestreben, das wissenschaftliche Studium überhaupt zu reformieren, in seiner Beanspruchung der Freiheit der Forschung, zu einer Zeit, wo die Macht der einmal anerkannten Autoritäten alle wissenschaftlichen Beschäftigungen beherrschte. Wenngleich er den Ansichten der früheren Forscher in jeder Beziehung gerecht zu werden suchte, so hinderte ihn nichts daran, gegen alles Fehlerhafte, Unvollkommene Einspruch zu erheben. Baco charakterisiert seine Richtung in Bezug auf die Naturwissenschaften, insbesondere speziell auf die Chemie, wie man in den Besitz der Wahrheiten kommen und auf die Chemie fördernd einwirken könne, mit folgenden Worten im Opus tertium, cap. XIII (Brewers Ausg. S. 43 ff.): „Sed praeter has scientias (vorher von Baco besprochene wissenschaftliche Disziplinen) est una perfectior omnibus, cui omnes famulantur, et quae omnes miro modo certificat, et haec vocatur scientia experimentalis, quae negligit argumenta, quoniam non certificant, quantumcunque sint fortia, nisi simul adsit experientia conclusionis, ut ostendo in tractatu de ista scientia. Et ideo haec docet experiri conclusiones nobiles omnium scientiarum, quae in aliis scientiis aut probantur per argumenta, aut investigantur per experientias naturales et imperfectas; et haec est una ejus praerogativa. — Et haec scientia certificat omnia naturalia et artificialia in particulari et in propria disciplina, per experientiam perfectam; non per argumenta, ut scientiae pure speculativae, nec per debiles et imperfectas experientias, ut scientiae operativae. Et ideo haec est domina omnium scientiarum praecedentium, et finis totius speculationis". Demzufolge stellt Roger Baco neben dem Wissen auf Autorität und dem Wissen durch Spekulation oder Argumentation eine dritte Art der Erkenntnis, nämlich das Wissen auf Grund experimenteller Arbeiten auf und knüpft hieran die Bedingung, daß letztere nur dann von Erfolg sein können, wenn die Wichtigkeit und Anwendung

der Mathematik — als Fundament aller wissenschaftlichen Forschung — nicht außer acht gelassen wird.

Roger Baco stützt sich in Bezug auf das, was die Chemie eigentlich leisten soll, auf die arabischen Autoritäten (s. Kopp, Beiträge III, 91), auf das, was Geber, der „magister magistrorum" und was Avicenna, der „dux et princeps philosophiae" gelehrt haben. Wenn, wie oben schon bemerkt, Baco bestrebt war, das Arbeiten in der Chemie zu reformieren, so lehnte er sich doch an die Autoritäten, die Irriges lehrten, an, und ist ihm die Hauptaufgabe der Chemie in dem Speculum alchimiae die künstliche Darstellung edler Metalle. Auf diese Schrift kommen wir noch zurück. —

Selbständig hat Baco auf dem Gebiete der Chemie sehr wenig geleistet; man spricht mancherlei Vermutungen aus, daß er z. B. den Phosphor und das Schießpulver entdeckt habe; ferner, daß er den Braunstein als einen den Metallen nahe kommenden Körper, daß er das Wismut gekannt habe, jedoch fehlen für diese Angaben jegliche Beweise. Fest steht, daß Baco darauf aufmerksam machte, daß Alaun und Vitriol nicht identische Körper seien, wie man seinerzeit noch glaubte. Er lehrte ferner, das Schwefelarsenik durch Erhitzen mit Eisen zersetzen, besprach das Verlöschen brennender Körper in einem geschlossenen Raume. Fest steht auch, daß er bereits mit dem Schießpulver bekannt war — wenn auch nicht nachgewiesen wurde, daß dasselbe von ihm entdeckt sei.

Roger Baco war ein sehr bedeutender Schriftsteller und als solcher in hohem Grade für die Aufklärung in Sachen der Alchemie tätig. Von den vielen seiner Schriften seien nur die wichtigsten hervorgehoben: „Opus majus", welches auf Anregung des Papstes Clemens IV. im J. 1267 geschrieben wurde und von allgemeiner Bedeutung ist. Ferner das „Opus minus" und das „Opus tertium". Von besonderem Interesse für die Naturwissenschaften ist die „Epistola de secretis operibus artis et naturae et de nullitate magiae". Ferner das „Speculum alchimiae"; in dieser Schrift wird die Zusammensetzung der Metalle aus dem Merkur und dem Sulphur gelehrt. Endlich das „Breve breviarium de done Dei" und der „tractatus trium verborum", welch letztere unter dem Titel: „Sanioris medicinae magistri D. Rogeri Baconis de arte chymiae scripta" auch als „Thesaurus chemicus" gesammelt sind. Hervorgehoben möge sein, was Baco in seinem „Opus tertium" sagt, in Bezug darauf, daß die Alchemie eine zweifache sei: „speculativa und practica". Die alkimia speculativa ist ihm die „scientia, quae est de rerum generatione ex elementis et de omnibus rebus inanimatis: ut de elementis, et de humoribus simplicibus et compositis; de lapidibus communibus, gemmis, marmoribus; de auro et caeteris metallis;



(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

de sulphuribus et salibus, et atramentis; de azurio, et minio, et caeteris coloribus; de oleis et bituminibus ardentibus et aliis infinitis, de quibus nihil habemus in libris Aristotelis.“ Diese alkimia speculativa werde nur wenig bearbeitet, und damit im Zusammenhang sei vieles Naturwissenschaftliche, z. B. was die Entstehung auch der Pflanzen und Menschen betreffe, unbekannt und ein Fortschritt in der Heilkunde gehemmt. Dagegen bringe die alkimia operativa et practica große Vorteile, „quae docet facere metalla nobilia, et alia multa melius et copiosius per artificium, quam per naturam fiant“.

Aus all dem Angeführten ersehen wir, daß Roger Baco, was selbstständiges Arbeiten betrifft, nicht über Albertus Magnus hervorragt; dagegen hat ersterer gegenüber letzterem einen Vorrang insofern, als er das Prinzip vertritt, daß wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Chemie nur dann von Erfolg begleitet sein kann, wenn dieselbe auf das Experimentieren — nach wissenschaftlich-mathematischer Methode — aufgebaut ist.

An dritter Stelle ist Arnaldus Villanovanus zu nennen; eigentlich heißt er Arnoldus Bachuone, der Name Villanovanus ist von dem Geburtsorte Villanueva in Catalonien oder Villeneuve bei Montpellier abgeleitet. Sein Geburtsjahr ist bis heute nicht festgestellt, nach Kopp schwankt dasselbe zwischen 1235 und 1248. Arnaldus studierte in Montpellier und Barcelona und dozierte später in Barcelona, Montpellier und Paris Medizin und Philosophie. Da seine Lehrmeinungen bei der Geistlichkeit großes Ärgernis erregten, mußte er von den eben genannten Städten fliehen, hielt sich alsdann an verschiedenen Orten Italiens auf, bis er an dem Asyl in Palermo am Hofe Friedrichs II. von Aragonien, der damals in Sizilien herrschte, einen Schutz fand. Zu dem schwer erkrankten Papste Clemens V. nach Avignon gerufen, kam er auf dem Wege dorthin durch Schiffbruch ums Leben (etwa im Jahre 1313). Im großen ganzen macht Villanovanus einen etwas schwindelhaften Eindruck; abgesehen davon, daß er die allgemeinen Glaubenssätze der Alchemisten teilte, war er ein eifriger Astrologe und Wahrsager und behauptete, sich auf die Herstellung des trinkbaren Goldes, „aqua auri“, „aurum potabile“, zu verstehen, einer Flüssigkeit, welche jedoch keine Spur Gold enthält. Für uns kommen hauptsächlich die von Villanovanus ermittelten chemischen Präparate in Betracht, die für Bereitung von Heilmitteln Verwendung fanden; vor allem sind es mehrere Quecksilbermittel, namentlich die graue Quecksilbersalbe, deren Wirkung er recht wohl kannte. In der Destillation war er besonders erfahren und stellte mit Hilfe derselben verschiedene Körper, wie Terpentinöl, Rosmarinöl usw. dar; er hatte Kenntnis von den brennenden Eigenschaften des Weingeistes, den er durch Destillation des

Rotweines zu bereiten lehrte. Über die Gifte und die Art ihrer Wirkung hatte er gute Kenntnisse. Von seinen Schriften, die besonders viel verbreitet wurden, mögen an erster Stelle genannt werden: „Rosarium philosophorum". In diesem Werke stützt er sich im 1. Kapitel auf die Zusammensetzung der Metalle aus Quecksilber und Schwefel; im 2. Kapitel auf die Wirksamkeit des Steins der Weisen für Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit; im 4. Kapitel dagegen läßt er sich darüber aus, daß Quecksilber einen Bestandteil der Metalle ausmache und auf dessen Gehalt die Vollkommenheit der Metalle beruhe, während er im 3. Kapitel behauptet, daß gewöhnlicher Schwefel „sulphur extraneum sive vulgi" die Ursache der Unvollkommenheit der Metalle sei. Ferner seien erwähnt: „Novum lumen", „flos florum" (ein an den König Ludwig II. von Aragonien gerichtetes Schreiben); „Epistola super alchimia ad regem Neapolitanum"; „De vinis", „De venenis", diese beiden letzteren Schriften enthalten mehr auf Arzneibereitung Bezügliches. In seiner Abhandlung „de sigillis", vorausgesetzt, daß dieselbe wirklich von ihm verfaßt ist, — legt er den Konstellationen der Gestirne und gewissen Gebetsformeln einen entschiedenen Einfluß auf den Erfolg alchemistischer Operationen bei und glaubt auch er an die Wirkungen von Dämonen und daran, daß dieselben mittels gewisser Amulette unschädlich zu machen seien.

Ein Schüler der beiden Vorhergehenden, wenn schon mit dem letzteren im gleichen Alter, war Raymundus Lullus, ein ganz merkwürdiger Mensch, mehr Dichter als Gelehrter, ein jedenfalls für die Chemie gefährlicher Phantast. Zu Palma auf Majorka 1235 geboren, studierte er nach einer stürmisch verbrachten Jugend erst zu Paris Theologie. Nachdem die beiden genannten Alchemisten ihn in ihre Wissenschaft eingeführt hatten, bereiste er im Jahre 1300 den Orient und verfiel dann auf den Gedanken, den Mauren in Afrika das Christentum zu predigen, was er auf Grund göttlicher Eingebung als die Aufgabe seines Lebens betrachtete, nämlich: das Christentum unter den Mohammedanern durch Anregung von Kreuzzügen gegen sie und durch Predigen des Evangeliums bei ihnen nach Möglichkeit zu verbreiten. Er soll im Jahre 1315 bei Brugia in Algier durch Steinigung den Märtyrertod erlitten haben, allein sein Ende wird in verschiedener Weise erzählt*); überhaupt haben sich an seinen Namen eine ganze Reihe von Legenden geknüpft.

*) Schmieder nimmt an, daß er an den Folgen der Steinigung nicht gestorben sei, und sagt in Bezug hierauf: „Demnach lebte Ramondo im Jahre 1332 gewiß in England — wo er das „Testamentum novissimum" verfaßt haben soll — und ebenso gewiß ist nach seinen eigenen Worten, daß er im folgenden Jahre 1333 das Buch „De mercuriis" in Italien geschrieben hat. Wo und wie lange er nachher noch ge-

Raymundus Lullus.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Der Name dieses Mannes stand s. Z. in großem Ansehen, und war Lullus derart berühmt, daß er als Doktor illuminatissimus bezeichnet wurde. Auf alle Einzelheiten seiner Ansichten, die, wie schon gesagt, vielfach mit Verwirrungen durchsetzt waren, einzugehen, ist nicht möglich; für uns gilt es nur, seine chemischen Kenntnisse hier kurz anzuführen. In seinen Schriften, auf die wir noch zurückkommen, hat Raymundus Lullus so viel Mystisches und Unklares über die Alchemie geäußert, er hat so sehr theologische Anschauungen und Frömmelei in seine Darstellung hineingetragen, daß in den Köpfen aller seiner Anhänger eine heillose Begriffsverwirrung entstanden ist. Gegen den theologischen Unsinn seiner Schule und der nach ihm benannten Sekte der Lullisten schritt die Inquisition unter Papst Gregor XI. mit dem Bannstrahl ein. Raymund war ein guter Beobachter, und es ist schade, daß seine rege Phantasie ihn zu unglaublichen und vagen Behauptungen fortriß. Von seinen rein chemischen Kenntnissen sei erwähnt, daß er die Entzündlichkeit des Alkohols und dessen Entwässerung mittels Pottasche beschrieb; auch verschiedene experimentelle Operationen hat er verbessert. Die Erwähnung des kohlensauren Ammoniaks findet sich bei ihm zum ersten Male. Sehr merkwürdig sind seine Angaben über die Darstellung der Edelsteine, die er mittelst bestimmter Tinkturen und Härtungsmethoden ausgeführt haben will. Es ist seltsam, daß gerade dieser Mann als Autorität so hoch geschätzt wurde, ja sehr oft mit dem berühmten Grammatiker und Dialektiker des gleichen Namens verglichen wurde. Kein Alchemist hat wohl vor ihm dem Steine der Weisen solche Leistungsfähigkeit zugeschrieben, denn er konnte übermütig ausrufen: „Das Meer wollt' ich in Gold verwandeln, wenn es von Quecksilber wäre."

An anderer Stelle spricht er mit folgenden Worten seine Hochpreisung des Steines der Weisen aus: „Omnia, quae tractavimus in hoc libro, didicimus esse vera, et cum oculis nostris vidimus, manibus palpavimus et fecimus." Zu deutsch: „Alles, was wir in diesem Buche behandelt haben, von dem haben wir gelernt, daß es wahr ist, haben es mit unsern Augen gesehen, mit den Händen berührt und gemacht." Ferner heben wir folgende Stelle aus seinem „testamentum novissimum" hervor: „Nimm von dieser köstlichen Medizin ein Stückchen, so groß als eine Bohne, wirf es auf tausend Unzen Quecksilber, so wird dieses in ein rotes Pulver verwandelt. Von diesem gibt man eine Unze auf tausend Unzen

---

lebt habe, ist nicht bekannt geworden." (Geschichte der Alchemie, S. 169, Halle 1832.)

Quecksilber, die davon in ein rotes Pulver verwandelt werden. Davon wieder eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber geworfen, so wird alles zur Medizin, wirf nochmals eine Unze auf tausend Unzen Quecksilber, so wird es ganz in Gold verwandelt, welches besser ist als Gold aus den Bergwerken."

In der Zeit des Raymundus Lullus war die Anwendung des Wasserbades, Aschenbades, verbesserter Öfen bekannt; ferner beschrieb man die Operationen, wie Sublimation, Filtrieren, Kristallisieren, Destillieren. Seine Ansicht bezüglich der aristotelischen Elemente legt Raymundus Lullus in seinen Werken: „Clavicula Raymundi Lullii Maioricani, Thes. chem." V, III, 295 — „Praxis universalis magni operis Raymundi Lullii" V, III, 165 — „Conclusio summaria ad intelligentiam Testamenti seu Codicilli Raymundij Lullii" V, III, S. 730 nieder.

Die Zahl seiner Schriften ist fabelhaft, aber nur etwa 20 der unter seinem Namen gehenden Werke dürften echt sein.

Als vorzugsweise wichtig unter ihnen angesehen wurde eine als „Testamentum, duobus libris universam artem chymicam complectens", dann eine als „Codicillus seu vademecum" betitelte, eine an den König Robert Bruce von Schottland gerichtete „Epistola accurtationis lapidis"; ob diese Schriften, die die wichtigsten sein sollen, von Raymundus Lullus herrühren, lässt sich leider nicht positiv feststellen. In früherer Zeit war der Glaube sehr stark, Raymundus Lullus habe viele Schriften geschrieben und man findet im 17. Jahrhundert angebliche Verzeichnisse von Schriften dieses Autors, welche 4000 Nummern enthalten, ernsthaft erwähnt. (Kopp, Beiträge III, S. 104.) Wenn man nun darüber streiten kann, ob die Schriften echt und ob überhaupt Lullus eine große Anzahl Schriften verfaßt habe, glaubt man noch heute in manchen Kreisen ernsthaft daran, daß der echte Raymundus Lullus Alchemist gewesen sei und infolgedessen auch über Alchemie geschrieben habe.

Diese vier eben besprochenen Männer, welche als die großen alchemistischen Autoritäten des 13. Jahrhunderts gelten, verknüpften insgesamt die Lehre der Araber mit der aristotelischen Elementenlehre, indem sie die weitere Zusammensetzung des Merkurs und des Sulfurs aus den Elementen darlegten; ja, mit der Lehre der Zusammensetzung der Metalle wird auch jene von den äußeren und inneren Eigenschaften und ihrem Gegensatze den christlichen Alchemisten übermittelt.

Vinzenz von Beauvais bezeichnet beispielsweise die Wärme, Trockenheit und Härte als die äußeren Eigenschaften des Eisens und die entgegengesetzten, wie die Weichheit, als die innere, die okkulte Eigen-

Kurfürst Johann Georg bei Leonhard Thurneysser.
(Eigene Sammlung.)

schaft. Und was nach außen Kupfer ist, ist im Innern Gold, gleich der Seele des Menschen. Berthelot verdanken wir die endgültige Aufhellung über die Autorschaft und die Zeit der Geberschen Schriften, in lateinischer Sprache verfaßt. Dieselben unterscheiden sich von den arabischen sehr wesentlich. In ersteren werden beispielsweise die Konstitution der Metalle aus dem Merkur und dem Sulfur eingehend dargelegt, was natürlich alles in den arabischen Schriften vollständig fehlt. Berthelot sagt denn auch mit Recht: „Die wahrscheinlichste Hypothese ist in meinen Augen, daß ein lateinischer Autor, der unbekannt geblieben ist, das Werk: „Summa perfectionis“ in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts verfaßt und es unter die Patronanz des verehrten Namens „Geber“ gestellt hat. Von den übrigen Schriften des lateinischen Geber wäre noch zu erwähnen: „De investigatione perfectionis“, „De inventione veritatis“, „Liber fornaeum“, sowie das „Testamentum Geberi“ und die „Alchimia Geberi“.

Aus der Zeit des 14. Jahrhunderts hat die Geschichte der Chemie nicht viel zu erzählen; wir haben hier nur einige Männer, wie: Isaac und Johann Hollandus, die das Interesse an der Wissenschaft hochhielten, zu erwähnen.

Die unter den Namen Isaac Hollandus und Johann Hollandus bei den Alchemisten als Autoritäten betrachteten Schriftsteller sollen gegen Ende des 14. und gegen Anfang des 15. Jahrhunderts gelebt haben, und der erstere soll der Vater des letzteren gewesen sein. G. E. Stahl hat im Jahre 1733 eine Ausgabe von seinen gehaltenen chemischen Vorlesungen veranstaltet von dem „Tractatus Isaaci Hollandi de salibus et oleis metallorum“, wo sich eine „Coronis de mercurificatione seu mecuriis metallorum et animatis et magno philosophorum opere“ befindet, in der „de mercuriis, de mercurio philosophico seu de lapide philosophorum und de medicina universali“ gesprochen wird.

Kopp sagt in seinen Beiträgen III, S. 109 darüber: Ich gestehe, daß hiernach für mein Verständnis sich nicht bestätigt findet, was Kunckel („Laboratorium chymicum“ [Hamburg 1738], S. 329) an dem „hocherleuchteten Isaaco Hollando“ preißt: „Dieser hat der Welt mehr hinterlassen, als jemahlen ein Philosophus gethan, dessen Schüler zu seyn ich mich unwürdig bekenne“ und was Boerhave seinen beiden Landsmännern nachrühmt: „Varia scripsere alchemica, in quibus multo singularia plane experimenta“; obgleich ich die, von dem Verfasser seinem Sohne, an welchen der Tractat gerichtet ist, gegebene Lehre als eine auch mir wohl nützliche zu befolgen nicht verschmähte. Wo es sich darum, „ex metallis olea conficere“, handelt, heißt es,

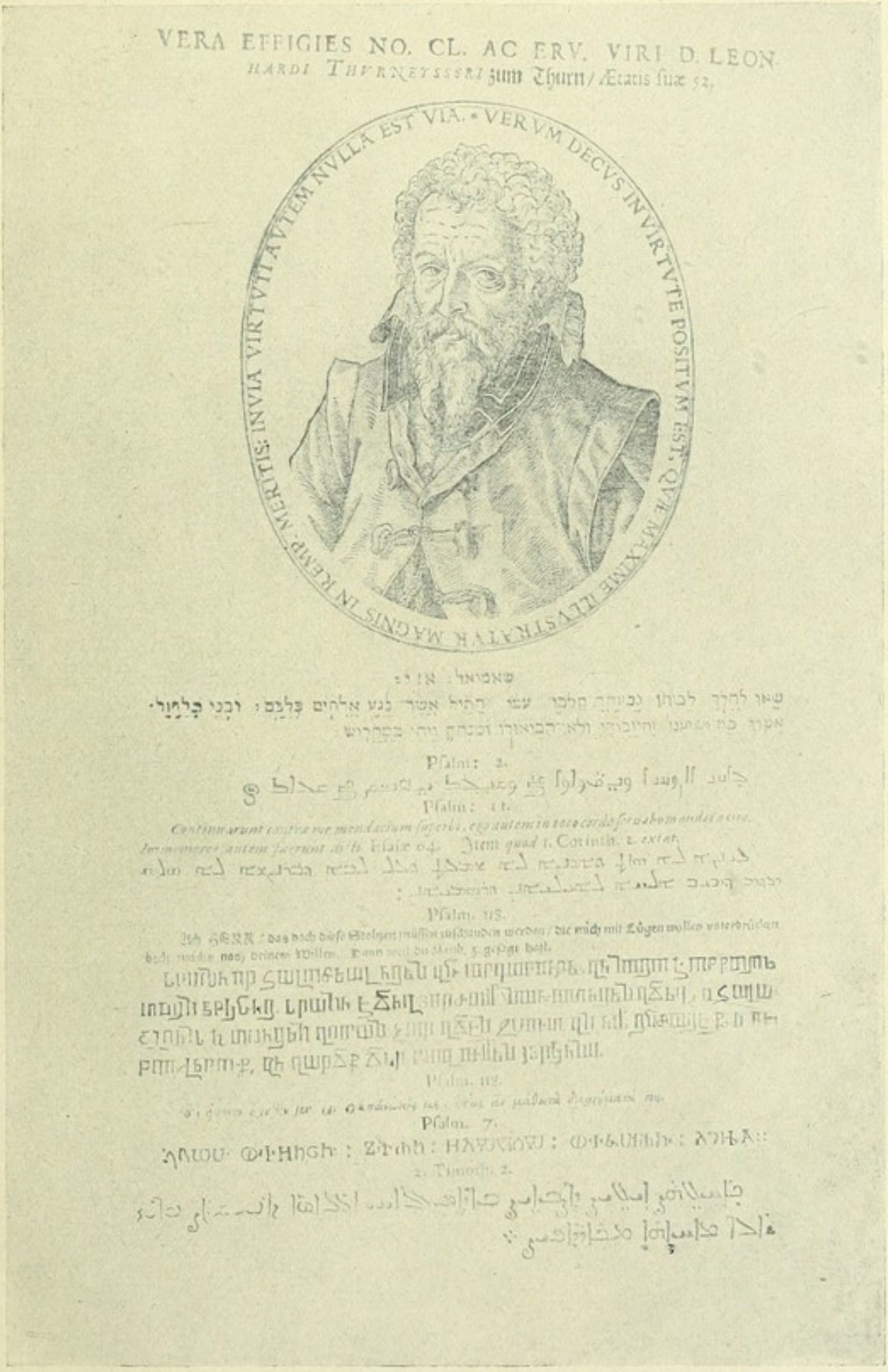
in dem Vorwort zu L. II: „Velim autem, mi fili, ut attente summo sano et diligentissimo judicio perlegas, ne longitudo, ut videtur, rei pretiosissimae tibi taedium moveat. Etsi vero prima facie et lectione negotium hoc molestissimi laboris plenum esse occuret, tamen si mentis tuae nervos in secunda, tertia, quarta vel crebriore lectione excuderis, re ipsa comperies, nihil in toto terrarum orbe majori cum emolumento minorique dispendio unquam factum esse aut fieri posse".

Unter den Betrügern und Schwindlern, deren es in diesem Zeitalter mehr wie genug gab, steht Nicolaus Flamel in erster Reihe.

Wenngleich im Laufe des 15. Jahrhunderts die Hilfsmittel, welche auf die Wissenschaft fördernd wirkten, einen besonderen Zuwachs bekamen, so waren die Alchemisten im 15. Jahrhundert lediglich Typen des Niederganges ihrer Kunst; sie lebten an fürstlichen Höfen und betrogen nach Kräften ihre Herren, deren herabgekommene Finanzen sie aufbessern sollten.

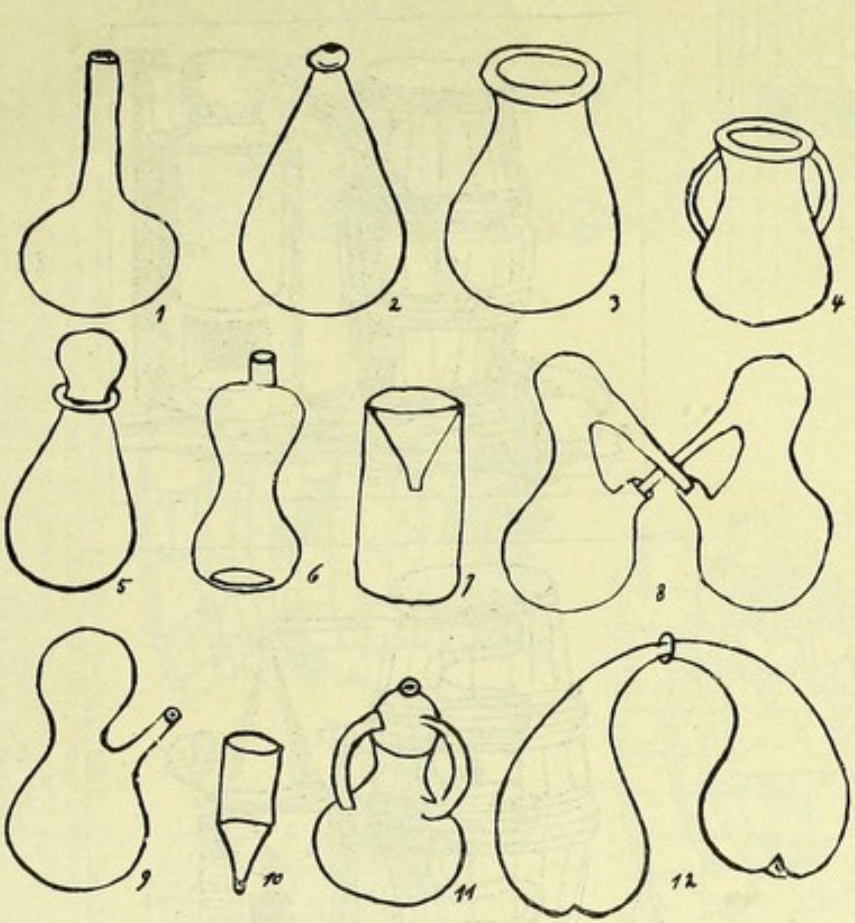
Außer dem eben genannten Nikolaus Flamel wären noch zu nennen: der Graf Bernhard von Crevigo, der Engländer Georg Ripley. Besonderer Zuneigung erfreute sich die Alchemie am Hofe Heinrichs IV. von England, trotzdem die vorher regierenden Könige für ihren Hang zur hermetischen Kunst schwer büßen mußten, auch ein strenges Gesetz gegen dieselbe von Heinrich IV. erlassen worden war. Die Folge der von Heinrich erwiesenen Gunst war die, daß große Massen unechter Goldmünzen die Nachbarländer überschwemmten. Ebenfalls versuchte Karl VII., König von Frankreich, welcher mit England Krieg führte — irregeleitet von einem Alchemisten namens Le Cor — das gleiche Experiment, wodurch er die Schuldenlast erheblich vergrößerte. Naturgemäß war solch eine Falschmünzerei nicht dazu berufen, die Alchemie im Ansehen zu fördern.

Die Anzahl der Universitäten und ihre Bedeutsamkeit hatte sich im hohen Grade vermehrt. Zu den schon im 13. Jahrhundert in Spanien, Italien und Frankreich gestifteten Hochschulen kamen im 14. Jahrhundert neue hinzu; in diesem wurden auch in England (Oxford 1300), Deutschland (Heidelberg 1346) und Polen (Krakau 1344) solche Institute gegründet, welche im Laufe des 15. Jahrhunderts sich bedeutend vermehrten, und deren Einrichtungen auch in den Niederlanden (Löwen 1426), der Schweiz (Basel 1460), Ungarn (Ofen 1465), Schweden (Upsala 1476), Dänemark (Kopenhagen 1478) Eingang fanden. Ferner war für die Naturwissenschaft die Auffindung des Seeweges nach Ostindien (1498) und die Entdeckung Amerikas (1492) von größter Wichtigkeit.

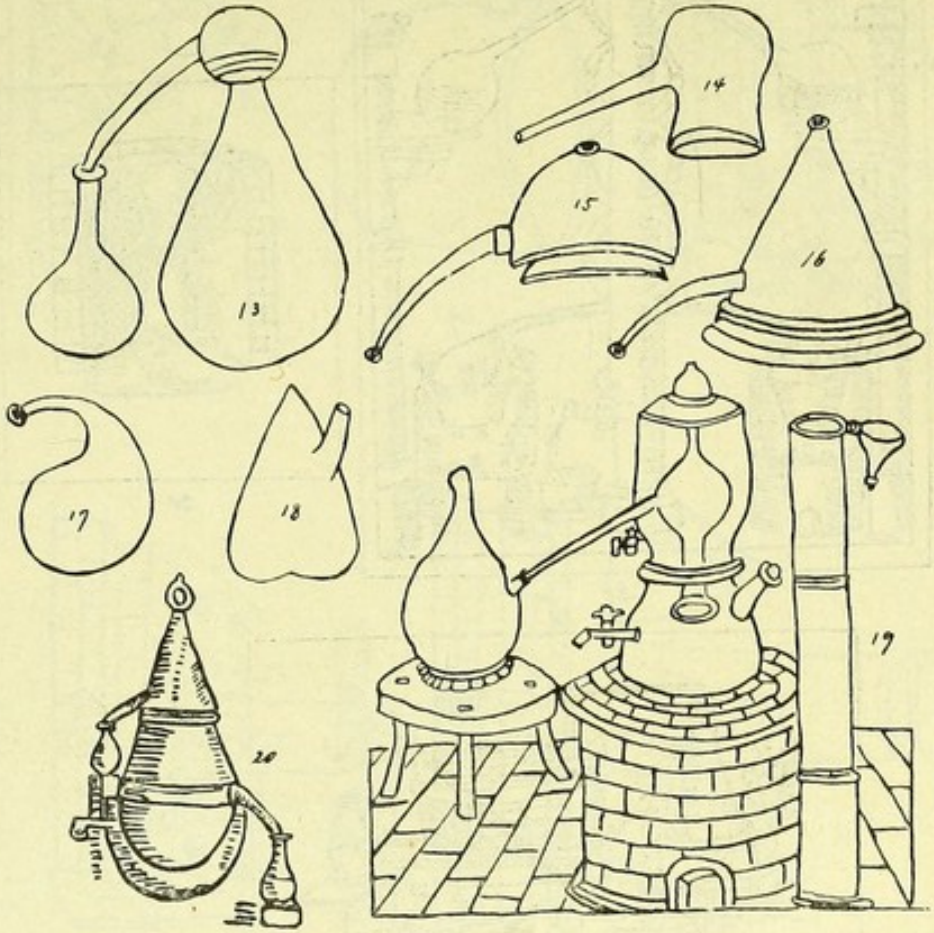


Leonhard Thurneysser.
(Eigene Sammlung.)
(Berlin 1583.)

Destillationsgeräte (alchymistische).

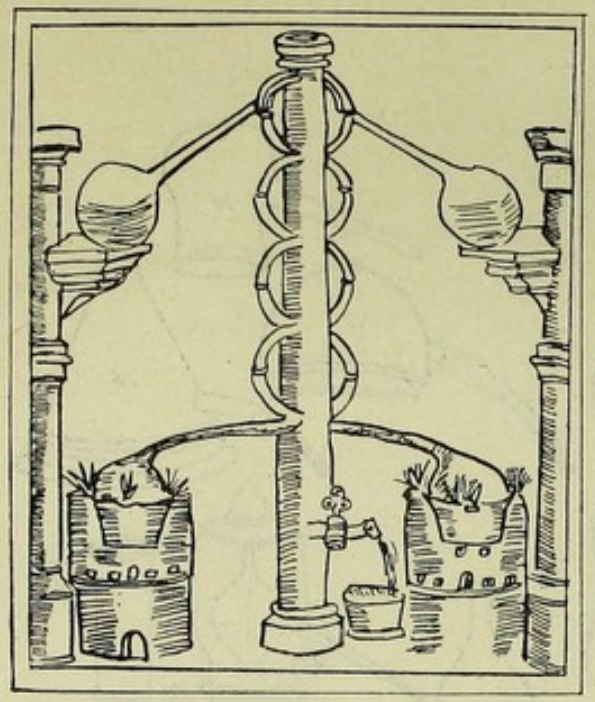


1) Violglas, 2) einfacher Kolben, 3) weithalsiger Kolben „Urinal", 4) Urinal mit Handgriffen, 5) Urinal mit aufgekittetem blindem Helm, 6) 7) verschieden geformte einfache Zirkulatorien, 8) Doppelzirkulatorium, 9) Zirkulatorium mit Seitenrohr, 10) mittelalterlicher Trichter, 11) Pelikan-Zirkulatorium mit zwei Rückflussröhren, 12) zwei zusammengekittete Retorten.

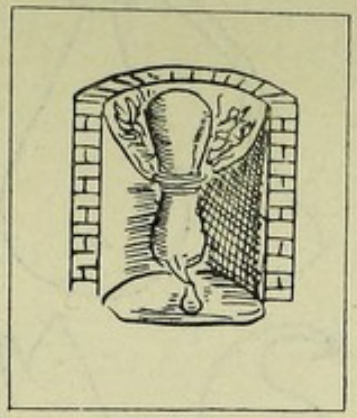


13) Alembik, ein einfacher Deckel mit Ausflussrohr, 14) einfacher Alembik, 15) verbesserte Form des Alembik, 16) Rosenhut, 17) mittelalterliche Retorte, 18) Vorlage mit seitlichem Einflussrohre, 19) kupferne Destillierblasen mit einem sogenannten Mohrenkopf, 20) Destillationsheim mit einem höheren und einem niederen Abflussrohr.

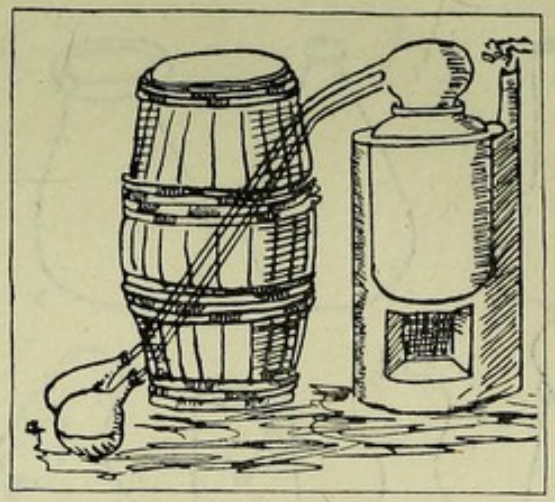
Destillationsgeräte (alchymistische).



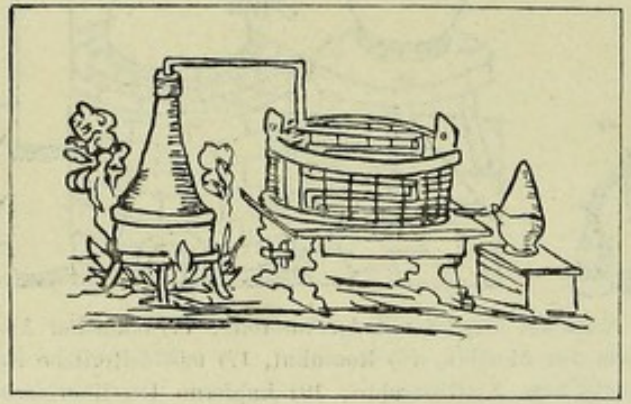
20



21



23



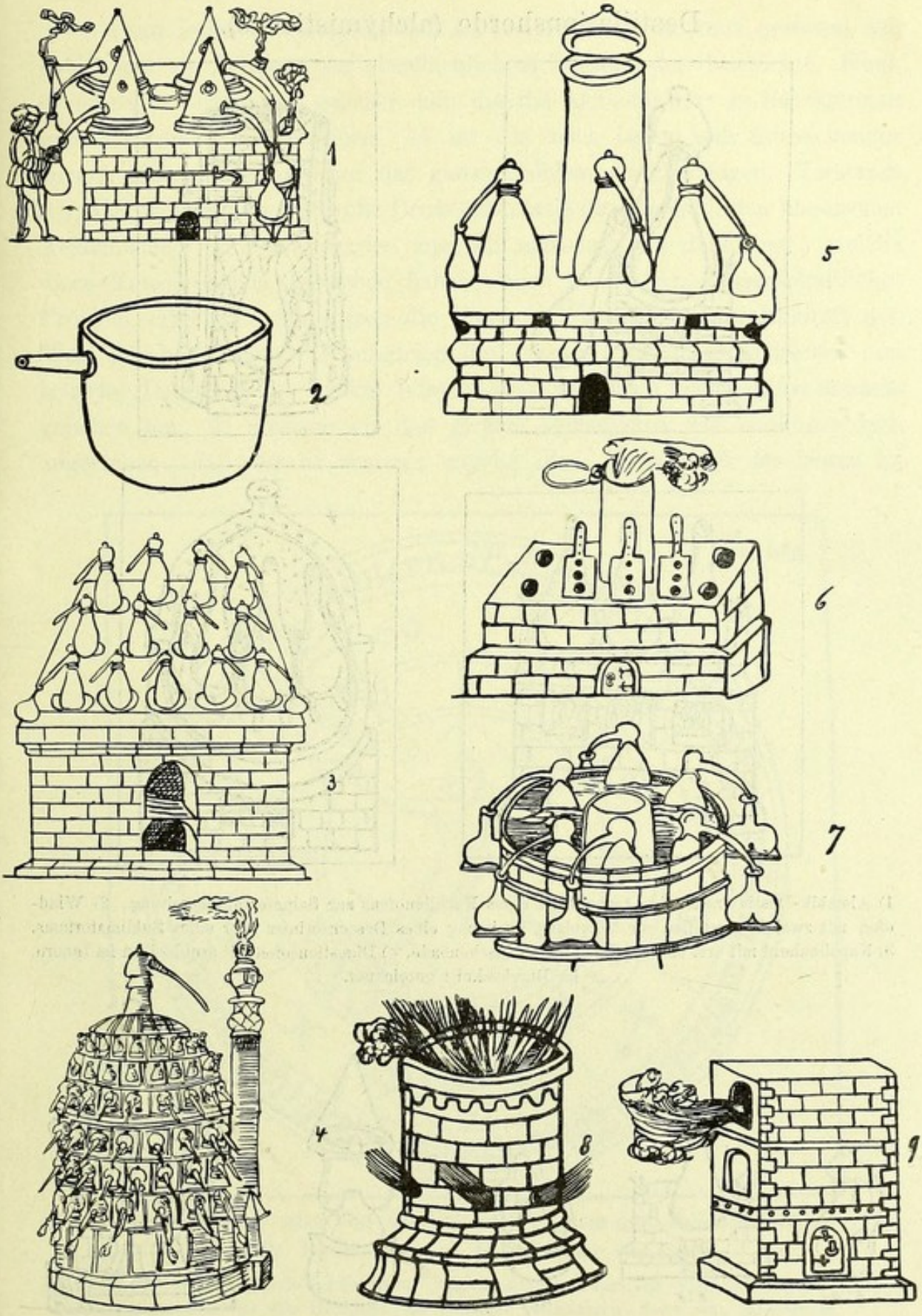
22

24

20) Destillierkolben mit Schlangenrohr — Vorläufer des Dephlegmators, 21) Durchschnitt eines Ofens und Apparates zur Gewinnung brenzliger Öle, 22) kupferner Destillierkessel mit Kühlvorrichtung.

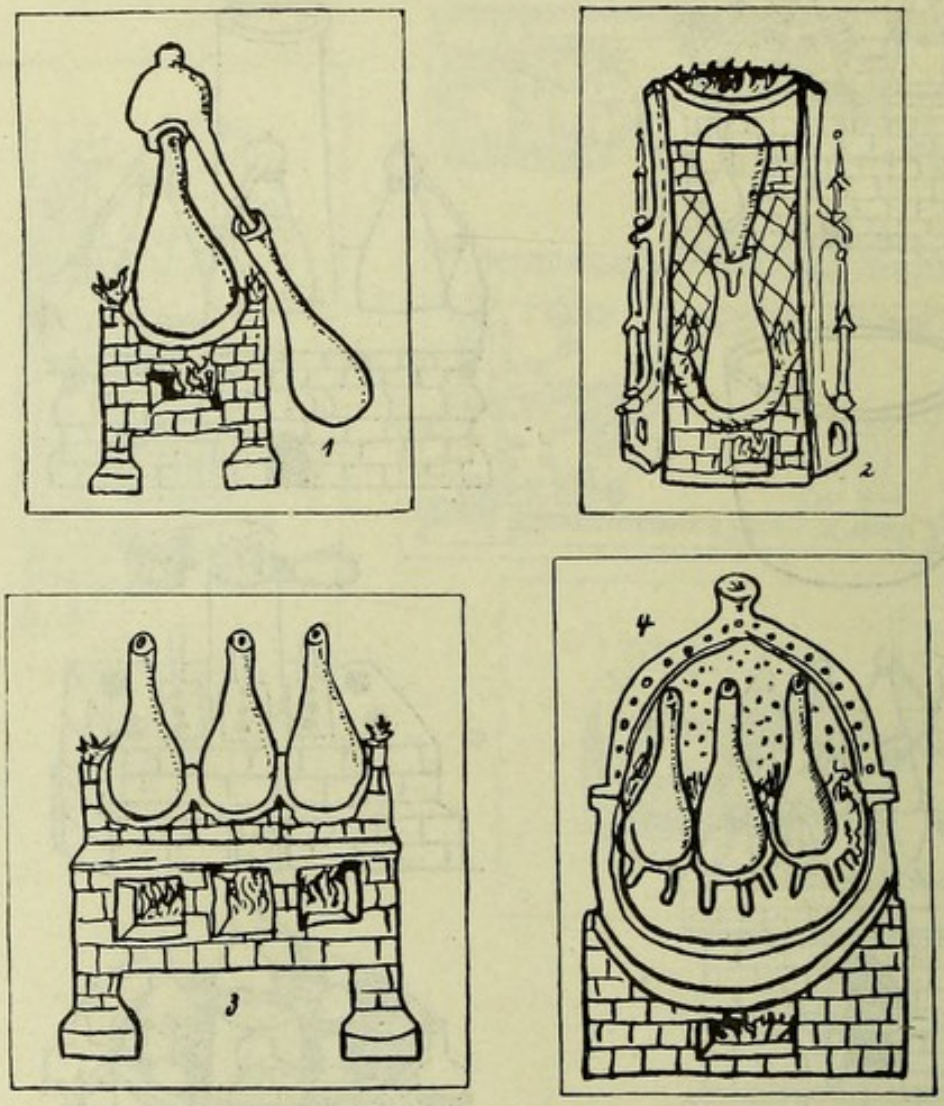
23) Destillationsapparat mit zwei Ausflussröhren, welch letztere durch ein Fass geleitet werden, 24) Destillationsapparat mit serpentiner Kühlvorrichtung.

Mittelalterliche Destillationsherde und Öfen.

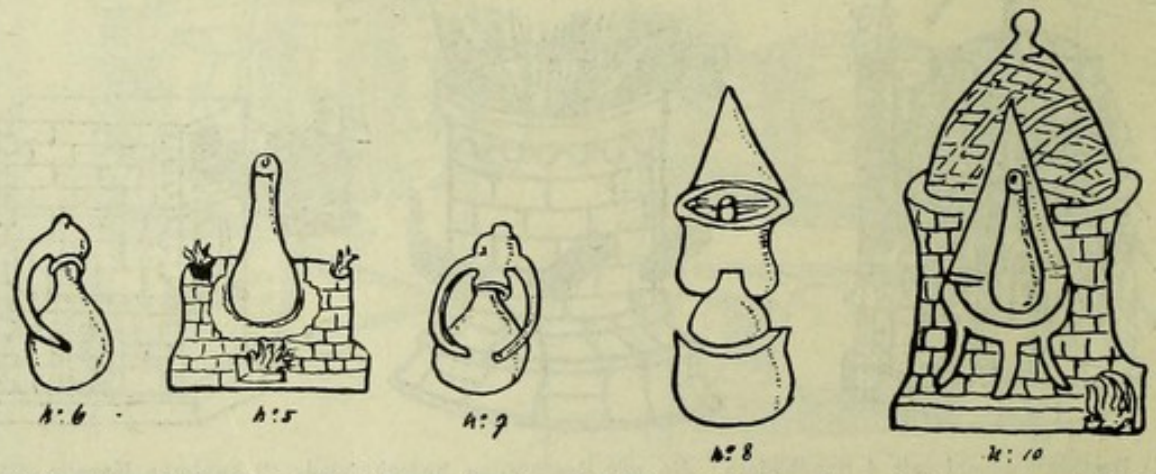


1) Destillationsherd mit 4 Sandbädern, die mit Rosenhüten bedeckt sind, 2) kupferne Kapelle mit seitlichem Ausflussrohr, 3) Kapellenherd mit 13 Kolben, die mit Alembik bedeckt sind, 4) runder Destillationsofen mit zahlreichen Kacheln, die mit gläsernen Destillierhelmen geschlossen sind, 5) der faule Heintz oder „Athanor", 6) Windherd, 7) Destillationsapparat mit heissem Rohre in der Mitte der Wasserbehälter, 8) mittelalterlicher Windofen von keilförmigen Ziegelsteinen, 9) Reverberierofen.

Destillationsherde (alchymistische).

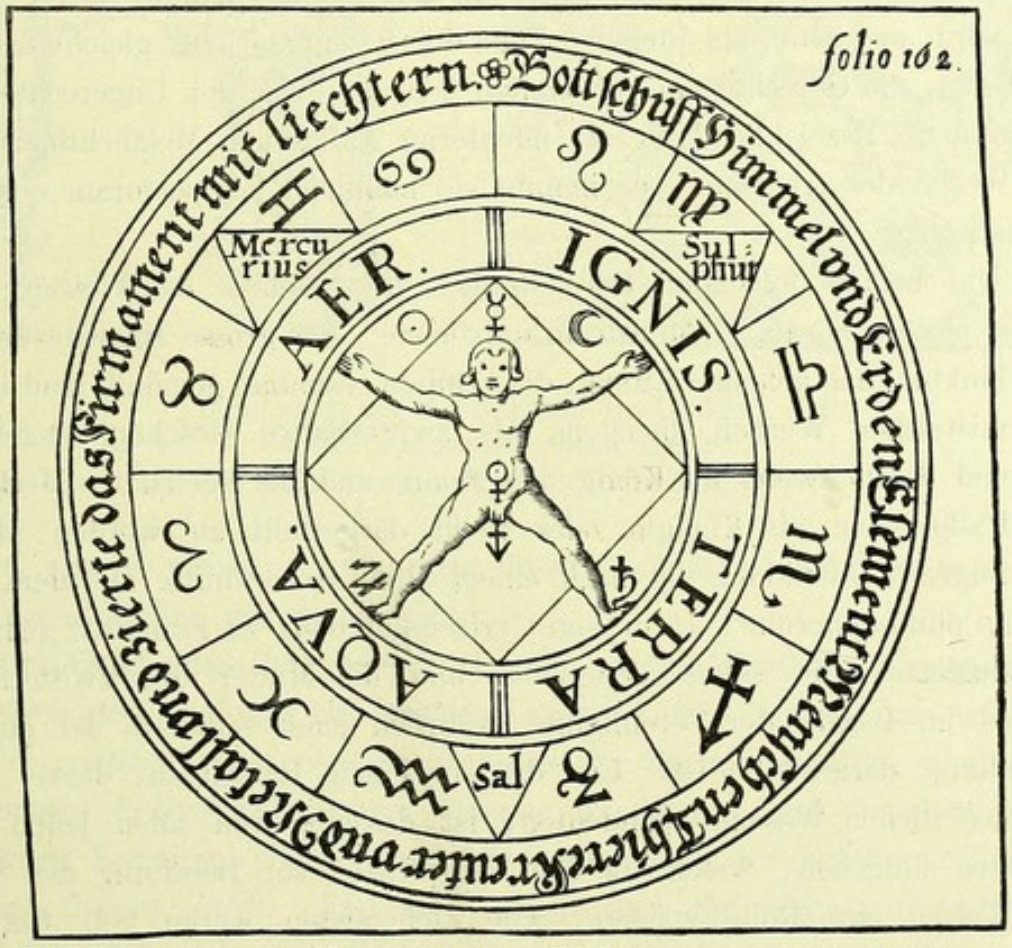


1) Alembik-Destilliergerät im Aschehbade eines Kapellenofens zur Salpetersäurebereitung, 2) Windofen mit zwei Feuerstellen zur beliebigen Erhitzung eines Descensoriums oder eines Sublimatoriums. 3) Kapellenherd mit drei einfachen Kolben im Aschenbade, 4) Digestionsofen mit drei Kolben im Innern, im Durchschnitt gezeichnet.



5) Windofen mit Sandbad und Kolben darin, 6) u. 7) Pelikan-Zirkuliergefässe mit einer und zwei Rückröhren, 8) Zusammengesetzter Digestionskolben zur Trennung leicht- und schwerflüchtiger Körper. 10) Digestionsofen, geschlossen, mit Seiteneinschnitt zum Einblicke.

Wenn jemand behauptet, daß Alchemie Scharlatanismus gewesen sei, so ist das ein Zeichen von oberflächlichem Studium der Geschichte. Wenn es einzelne Charaktere gegeben hat, die die Alchemie nur zu Betrügereien und Schwindeleien betrieben, so ist das noch lange kein hinreichender Grund, diesen Eindruck auf das ganze Problem zu übertragen. Versetzen wir uns nochmals in die große Denkerphantasie der geschilderten klassischen Alchemisten, und wir werden zugeben müssen, daß diejenigen, welche diese Kunst ehrlich betrieben haben, auch an ihr ein wissenschaftliches Problem erlebten. Sie waren die Pioniere, die der großen Zukunft den Weg gebahnt haben. Wenngleich die neueste Zeit in methodischer und scharfer Induktion die exakte Wissenschaft aus der Vergangenheit herausgehoben hat, so müssen wir den großen Alchemisten das Verdienst doch zugestehen, daß sie es waren, welche die „Bändigung" der Natur im



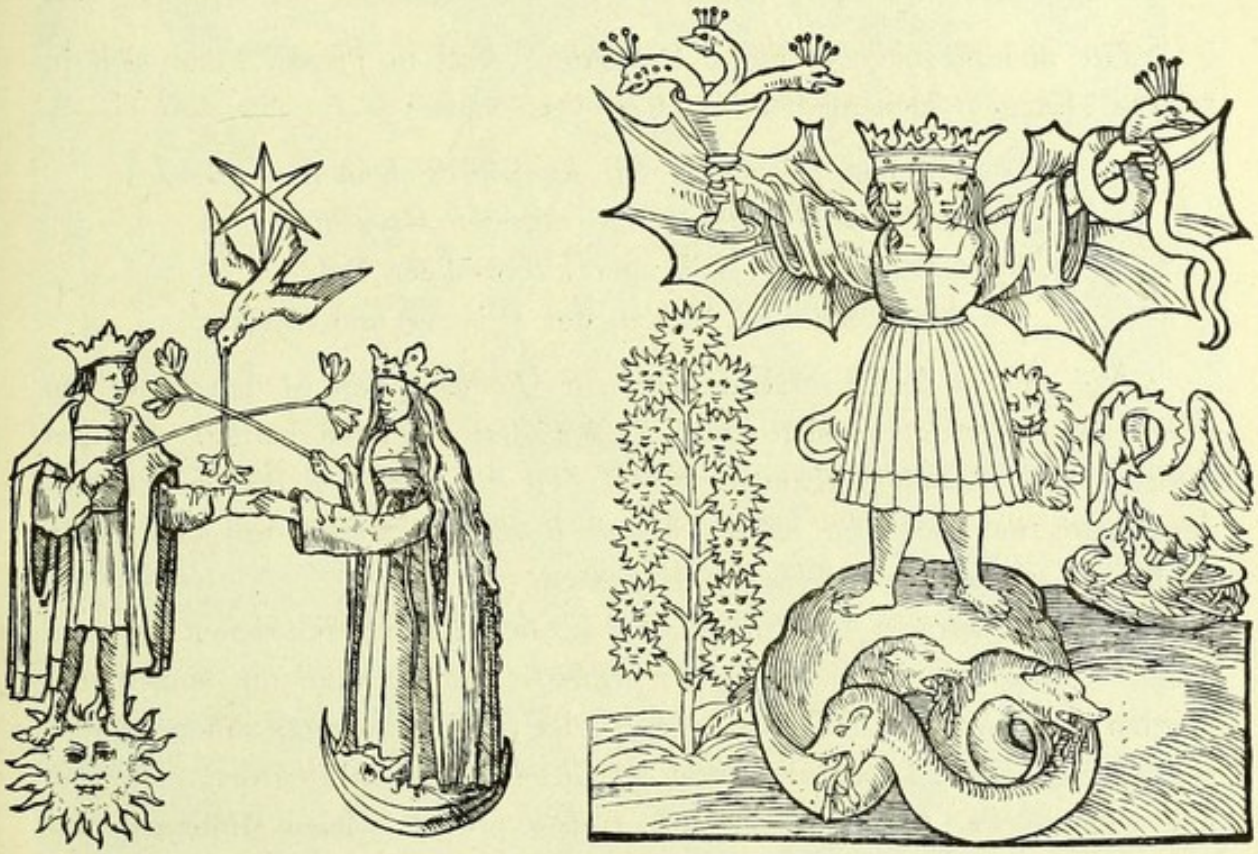
De Microcosmo oder Von der kleinen Welt dess menschlichen Leibes / Fr. Basili Valentini, Benediktiner Ordens.

(„Alle Kunstsuchende der begerten Weissheit sollen wol mercken / vnd von mir Geistlichen / dem viel vom Höchsten / die Natur zu offenbahren / durch sein anhaltendes Gebett vergönnet worden / dieses wol betrachten / dass sich der Leib des Menschen regieret / vnd ein Nachfolger ist der grossen Welt / Dann das kleinere folget billich dem grössten / vnd das kleineste vnd geringste wird vom grössten vnd mächtigsten regieret."

wahren Sinne des Wortes erlebt haben. Auch in der Folgezeit wirkten diese Ideen, und wie von den heiligsten Dingen sprach man, wenn es galt, das Wundervolle des „magisterium“ d. i. des berühmten Umwandlungsprozesses in den Vordergrund zu stellen. Interessant ist die Äußerung Luthers in seiner Canonica: „Die Kunst der Alchemey ist recht und wahrhaftig der alten Weisen Philosophey, welche mir sehr wohl gefällt, nicht allein wegen ihrer Tugend und vielerlei Nutzbarkeit, die sie hat mit destilliren und sublimiren in den Metallen, Kräutern, Wassern und Olitäten, sondern auch von wegen der herrlichen und schönen Gleichniss, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage. Denn eben wie das Feuer aus eines jeden Materie das Beste auszieht und vom Bösen scheidet, und also selbst den Geist aus dem Leibe in die Höhe führt, dass er die obere Stelle besitzt, die Materie aber, gleichwie ein todter Körper, in dem keine Seele mehr ist, unten am Boden oder Grunde liegen bleibt: also wird auch Gott am jüngsten Tage durch sein Gericht, gleichwie durch das Feuer, die Gerechten und Frommen scheiden von den Ungerechten und Gottlosen.“ Bezeichnend ist die nüchterne Auffassung Melanchthons über das Wesen der Alchemie, er nannte sie nämlich: „imposturam quandam sophisticam“.

Die beiden folgenden Darstellungen des Steines der Weisen, auch „Lapis philosophorum“, „Menstrum universale“, das grosse Magisterium, die rote Tinktur, das geheime Elixier, die „Quinta essentia“ genannt, sind in den alchemistischen Werken meistens als zwitterhaftes Geschöpf abgebildet, während der Schwefel als König oder Sonne und der eigenartige Merkurius der Philosophen als Königin oder Mond dargestellt zu werden pflegte. Die folgende Abbildung ist nach einem alten Holzschnitte aus dem „Rosarium philosophorum“, 1550 von Cyriacus Jacobus zu Frankfurt gedruckt, reproduziert. Wir sehen den Vater und die Mutter des zwitterhaften Steines im Begriff der Vereinigung, während jener selbst in der anderen Abbildung dargestellt ist. Um das mystisch Rätselhafte dieses zweigeschlechtlichen Wesens anzudeuten, ist dasselbe von allen jenen Tiergestalten umgeben, welche in den Vorschriften zur Bereitung des Steins der Weisen eine Rolle spielen. Alle Alchemisten waren voll von dem Ruhme der „Quinta essentia“, welche die vier Elemente zum Leben beseelte. Ripläus schreibt über die medizinische Wirkung desselben in überschwenglicher Weise, daß es die höchste Arznei in der Welt sei: „Denn es ist der wahre Baum des Lebens, welcher aller derjenigen Verlangen insgemein vergnüget, die ihn in seiner Art haben. Er erneuert die Jugend, hält das Alter zurück und bringt die allerbeste und vollkommenste Ge-

sundheit zu wege und vermehret die Kräfte wunderlich. Ja, es wird nicht allein die Haare bei denen, welchen sie ausfallen, wieder erneuern, sondern es wird auch dem haarigten Haupte in vielen Jahren ja nimmer



„Denn es ist der wahre Baum des Lebens, . . ."
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

wieder grauen werden, wenn man dessen Gebrauch völlig weiss und es auch nach Gebühr gebraucht wird."

Den Geist jener Zeit bezeichnet sehr gut das öffentlich ausgesprochene Verlangen des gelehrten Dr. Joachim Taucke (1557—1609), man solle auf den Universitäten einen eigenen Professor der Chemie bestellen, den Geber, Raymundus Lullus neben dem Galenus explizieren und die alten alchemistischen Schriften ebenso gut zum Gegenstande der Erklärung nehmen als das „Corpus iuris". Von solch öffentlichen Empfehlungen ergab sich die Folge, daß sich vom Könige bis zum Handwerker und Bauer alles mit Alchemie befaßte. Daß die gelehrten Alchemisten hiermit nicht zufrieden waren, bedarf wohl keiner Frage; es fehlte denn auch nicht, daß sich ihre Beschwerden in Poesie und Prosa ergossen. Um das Jahr 1700 dichtete ein Pastor Chr. Bezzel, Nürnberg, folgendes:

„Wer im gemeinen Dienst dem Staat nichts nützen kann,
„Wer jung, als Passagier, sein Hab und Gut vertan,
„Will nun in Müßiggang, aus Gäsern, Rauch und Kohlen
„(Schaut doch dies Wunderwerk) des Schadens sich erholen.“ —

Ein anderer namens Franz Gaßmann, Arzt in Passau, läßt sich in seinem „Examen alchemisticum“ 1676 vernehmen:

„Es will fast jedermann ein Alchemiste heißen,
„Ein grober Idiot, der Junge mit den Greisen;
„Bartscherer, altes Weib, ein kurzweil'ger Rat,
„Der kahlgeschor'ne Mönch, der Priester und Soldat.“

Aus diesen Zeilen ersieht man zur Genüge, daß es damals keinen Stand gab, in welchem sich nicht Alchemisten gefunden hätten. Es darf deshalb kein Wunder nehmen, wenn sich die Zahl der Betrüger heillos vermehrte, und dieselben haben, wie auch schon erwähnt, mit der reinen Alchemie, streng genommen, nichts gemein.

Auf die traurigen Verirrungen, welche sich durch Hereinziehen mystisch religiöser Elemente in die Alchemie bekundet haben, kann nur hingedeutet werden; die oft von Adepten ausgehenden Behauptungen, ihnen sei das Geheimnis, Gold zu machen, durch göttliche Gnade geoffenbart, vermögen nur widerwärtige Empfindungen zu erregen. Wäre solcher Mißbrauch wie später mit den Namen Gottes und der Bibel zu alchemistischen Zwecken in der Zeit Luthers getrieben worden, so würde er (Luther) die Alchemie sicherlich nicht so hoch geschätzt haben.

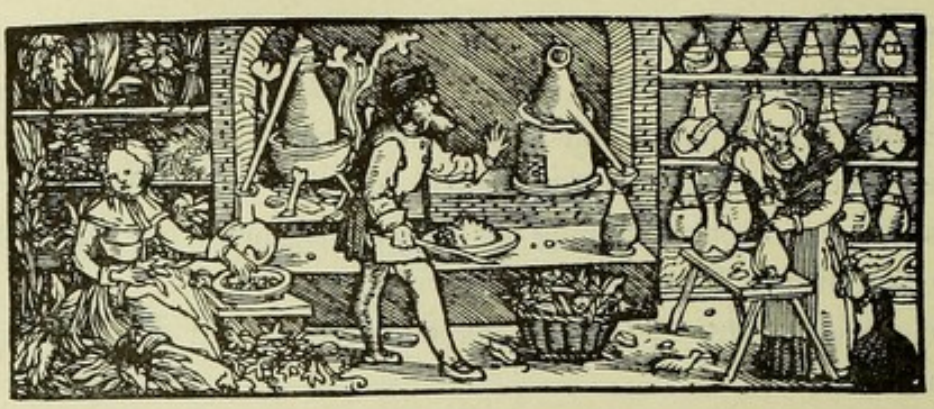
Zum Schlusse geben wir noch eine Probe von dem Jubel der Alchemisten, welche Glückseligkeit der Stein der Weisen seinem Besitzer bringe. Z. B. Johann Pordage (ein englischer Geistlicher, gest. 1626) schreibt im philosophischen Sendschreiben vom Stein der Weisen: „Nunmehr ist der Stein fixiert, das Elixier des Lebens bereitet, das liebe Kind geboren. Fahr hin, Full, Hölle, Fluch, Tod, Drache, Tier und Schlange. Gute Nacht Sterblichkeit, Furcht, Trauern und Elend. Nun wird sich Erlösung, Heil und Wiederbringung alles dessen, was verloren war, wiederfinden, weil ihr nunmehr das große Dekret und Geheimnis habet. Dies ist der edle Held, der Schlangentöter, der den Drachen unter die Füße wirft und zertritt. Die alten Philosophen nennen ihn ihren weißen und roten Löwen, die Schrift nennt ihn den Löwen des Hauses Israels oder Judas oder Davids.“

Hiermit schließen wir die Geschichte der Alchemie ab; wohl hat es auch in den folgenden Jahrhunderten noch stets Leute gegeben, welche unablässig nach dem Steine der Weisen suchten und die Hoffnung nicht

Ein Alchymisten-Heim im 16. Jahrhundert. (Nach Peter Brueghel.)

sinken ließen, das Geheimnis der Goldbereitung zu ergründen, aber mit der wissenschaftlichen Chemie haben sie nichts mehr gemein. Ihre Hoffnung stützte sich lediglich auf den alchemistischen Element- und Metallbegriff und konnte erst endgültig fallen, als mit dem Ende des 18. Jahrhunderts die alte Problemstellung als falsch verworfen und das Gold selbst als unverwendbares Element erkannt wurde.

Die wissenschaftliche Chemie der Folgezeit wendet sich einem anderen Ziele an.



Vignette. (Germanisches Museum, Nürnberg.)

Vierter Abschnitt.

Das Zeitalter der medizinischen Chemie.

Das Zeitalter, dessen Betrachtung uns nun beschäftigen wird, nennen wir das der medizinischen Chemie oder das iatrochemische Zeitalter; seine Dauer erstreckt sich von dem ersten Viertel des 16. Jahrhunderts bis zu der Mitte des 17. Jahrhunderts und zwar von der gemeinsamen Auffassung der Chemie und Medizin durch Paracelsus bis zu der selbständigen Behandlung der ersteren Wissenschaft durch Boyle.

Für das 16. Jahrhundert ist es charakteristisch, daß sich in ihm wie überall, so auch auf dem Gebiete der Chemie eine Wendung zur Wirklichkeit, zum kraftvoll Praktischen geltend macht; die große Helle und Klarheit, welche den Geist der Renaissance auszeichnet, verscheucht auch hier — wenigstens trifft dies bei den Chemikern von Bedeutung zu — die Übel alchemistischer Spekulation. Allerdings wird dieser Eindruck einstweilen dadurch abgeschwächt, daß der erste Vertreter der neuen Richtung teilweise im Besitze alchemistischer Arcana zu sein vorgibt und sich nicht ganz von den phantastischen Begriffen seiner Vorgänger befreien kann. Aber trotzdem herrscht in der Wissenschaft des 15. Jahrhunderts ein auf das Irdische und Greifbare gerichteter Sinn, und man versteht wohl die Ironie, mit der Leo X. dem Aurelio Augurelli, der dem Papste sein Lehrgedicht vom Goldmachen widmete, zur Belehrung eine kostbare aber — leere Börse reichen ließ. Überhaupt hat sich Italien von

allen Ländern Europas am frühesten von der Alchemie befreit; bereits im 14. Jahrhundert polemisiert Petrarca gegen das Goldkochen sehr heftig; die „ingenia curiosa“ der chemischen Mystiker hatten also hier ihre Daseinsberechtigung verloren. Wir dürfen jedoch nicht erwarten, daß in der kommenden Epoche die Chemie eine reine Wissenschaft, ein Erkennen als Selbstzweck wird, wenngleich die alte Tendenz, unedle Metalle in edle zu verwandeln, erlischt, sondern sie erreicht ein neues, man möchte wohl sagen würdigeres Dasein. Ausgehend von der Grundanschauung, daß der Lebensprozeß ein chemischer Prozeß sei, soll nun die Chemie darauf bedacht sein, diesen durch geeignete Mittel zu fördern, zu schützen, vor allem zu verbessern, wenn ihn Krankheiten bedrohen. — Die wissenschaftlich erkennende Seite wird also zur physiologischen Chemie, die praktische Seite zur Arzneikunde. Es ist klar, daß die Theorien des iatrochemischen Zeitalters, die ja anfangs auf einem nur geringen Tatsachenmaterial aufgebaut waren, sehr viel angreifbare Punkte besitzen mußten; und sie sind denn auch gar bald dem Ansturme neuer Erfahrungen zum Opfer gefallen. Aber eben diese Erfahrungen wurden auf dem Boden der medizinischen Chemie gewonnen; wirklich wissenschaftlich gebildete Männer waren es, welche als Ärzte zu chemischen Hilfsmitteln griffen, diese verbesserten, ihre physiologischen Wirkungen studierten und nun, an der Chemie selbst Gefallen findend, weiter suchten und Neues fanden. Das ist das Verdienst des iatrochemischen Zeitalters.

Von einer Vorgeschichte der neuen Richtung läßt sich sehr wenig sagen; wenn wir von den wenigen Fällen absehen, in denen schon im 13. Jahrhundert auf einfachstem chemischen Wege bereitete Heilmittel angewendet wurden, so bleiben als Vorboten nur einzelne Aussprüche früherer Alchemisten über. Sie sind aber meistens nur bildlich zu verstehen, indem von Vorgängen am menschlichen Organismus in übertragener Bedeutung gesprochen wird. —

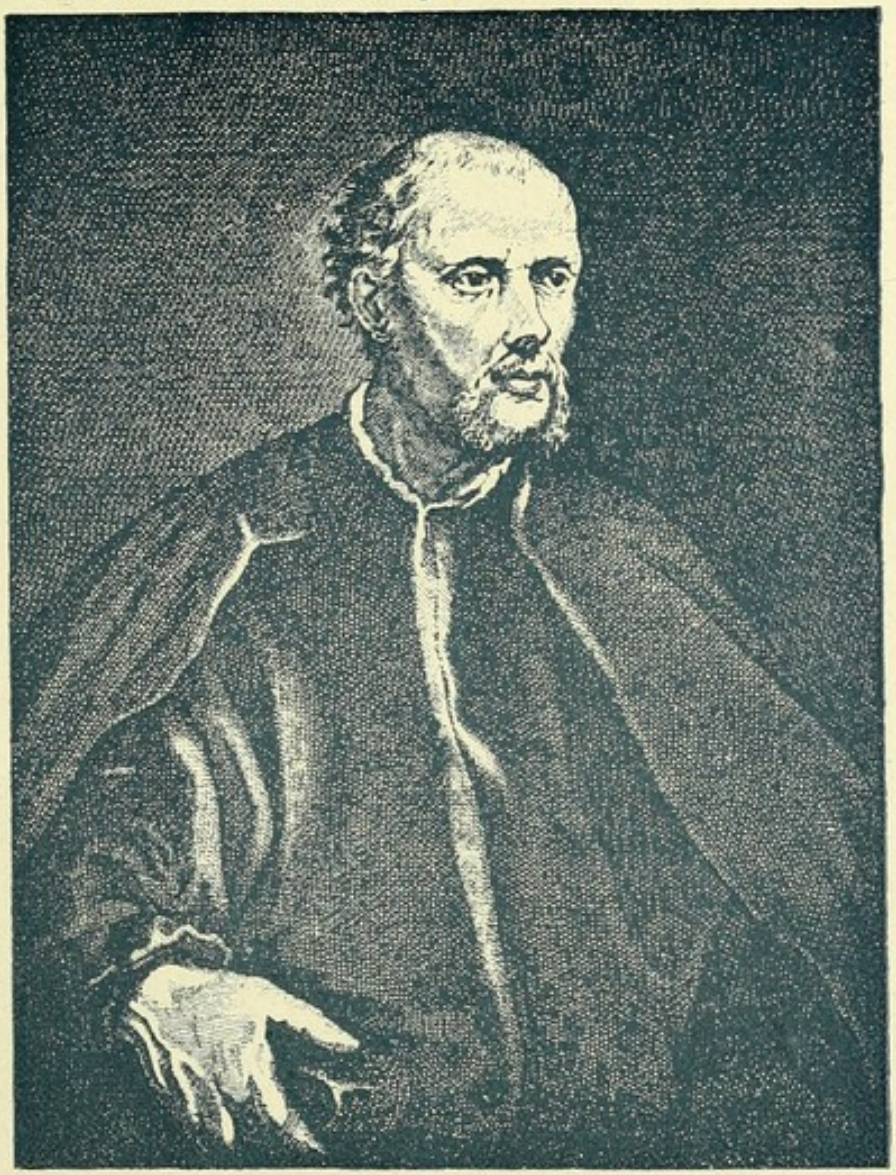
So lange Galens und Avicennas Grundsätze für die Medizin maßgebend waren, konnte natürlich auch ein näheres Zusammenwirken mit der Chemie nicht stattfinden. Der Gedanke der Iatrochemie, wenn auch schon in des Basilius Valentinus Schriften aufgenommen, wird erst jetzt mit Entschiedenheit ausgesprochen von einem Manne, der in vieler Beziehung mit der Tradition brach. Mit einem der merkwürdigsten Charaktere der Kulturgeschichte hebt die neue Zeit an. Schon von seinem Namen geht Erstaunen aus, er heißt: Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus Bombastus von Hohenheim. Er ist ein Reformator im vollsten Sinne des Wortes; man könnte ihn mit Luther vergleichen in

seiner Grundanschauung: wie Luther immer wieder auf die heilige Schrift zurückgeht, so verweist Paracelsus immer auf die Natur und die Erfahrung als die Urquellen der Wissenschaft zurück und spricht begeistert von der „Schule des Lichtes der Natur".

Theophrastus Paracelsus wurde im Jahre 1493 am 17. Dezember am Etzel bei der Teufelsbrücke in der Schweiz als Sohn eines Arztes Wilhelm Bombastus von Hohenheim geboren. Obschon Theophrastus' Vater ein vornehmer und gelehrter Arzt war, erhielt der kleine Hohenheim dennoch eine echt einsiedlerische Erziehung; es ist jedoch selbstverständlich, daß der Vater seinem Sohne den ersten Unterricht gegeben hat. Als neunjähriger Knabe verließ Theophrastus mit seinem Vater Einsiedeln und schlug seinen Wohnsitz von nun an in Villach in Kärnten auf. Es war wohl vorauszusehen, daß unser junger Paracelsus den Beruf seines Vaters ergreifen würde; er begnügte sich aber keineswegs mit dem einfachen Wissen eines gewöhnlichen ärztlichen Praktikanten, sondern vertiefte sich sehr frühe in die von damaligen Philosophen und Alchemisten viel gepflogenen Geheimwissenschaften. Paracelsus schreibt über seinen Bildungsgang folgendes: „Von Kindheit auf habe ich diese Dinge getrieben und von guten Unterrichtern gelernt, die in der „„adepta Philosophica"" die ergründetsten waren und den Künsten mächtig nachgründeten" (vergl. Netzhammer, S. 22), und betreffs der Lehrer, die ihn unterrichteten, fährt er in pietätvoller Weise alsdann fort: „Zu diesen meinen guten Unterrichtern gehört erstlich Wilhelmus von Hohenheim, mein Vater, der mich nie verlassen hat. Demnach und mitsamt ihm eine große Anzahl, die nicht wohl zu nennen ist und mitsamt vielerlei Geschriften der Alten und der Neuen, welche von etlichen herkommen, die sich sehr abgemüht haben, als: Bischof Scheyt von Stettgach, Bischof Erhart und Vorfahren von Lavantall, Bischof Nicolaus von Yppon, Bischof Matthäus von Schacht, Suffraganeus von Phrysingen. Und viel Äbt als von Sponheim und dergleichen mehr; und viele unter den anderen Doktoren und dergleichen.

Apotheke mit Meistern der Heilkunst. Holzschn. aus: Hortus sanitatis. Augspurg, Schönsperger, 1486.

ALTERIVS NON SIT QVI SVVS ESSE POTEST.



AVREOLVS PHILIPPVS
AB HOHENHEIM.

Stemmate nobilium genitus PARACELSVS auorum.
Qua vetus Helvetia clarest Eremus humo
Sic oculos, sic ora tulit, cum plurima longum
Discendi studio per loca fessa ter.

I. Tentorez ad vivum pinxit.

THEOPHRASTVS BOMBAST
DICTVS PARACELSVS.

Lustra novem et medium vixit lustro ante Lutherum
Postque duo lustro functus, Erasme, rogos.
Astra quater senis Septembris luce subivit:
Ossa Salisburgo nunc cineresque jacent.

F. Chauveau Sculpsit.

(Aus: Netzhammer, Paracelsus.)

Auch so ist mir eine große Erfahrung geschehen in vieler langer Zeit durch die Alchimisten, die in solchen Künsten gesucht als nämlich der edel und fest Sigmund Fuger von Schwatz mitsamt einer Anzahl seiner gehaltenen Laboranten."

Von den angeführten Lehrern ist der Abt von Sponheim, der allseitig gebildete Johannes Trithemius (1462—1516), für ihn von größter Bedeutung, denn Trithemius wurde zweifellos maßgebend für die ganze Geistesrichtung Hohenheims. Es ist dieses auch gar nicht zu verwundern, weil dieser wahrhaft große Gelehrte nicht nur in der Geschichte und Humanistik, sondern auch in den Naturwissenschaften weit umfassende Kenntnisse besaß. Aber auch der Aufenthalt in den Silberbergwerken in Schwatz bei dem oben schon angeführten Sigmund Füger hat auf den wißbegierigen Jüngling einen großen Einfluß ausgeübt, und in der Tat begründeten seine dortigen Arbeiten und Forschungen nicht zum geringsten Teil seinen späteren Erfolg und Ruf.

Einsiedeln zur Zeit des Paracelsus.
Netzhammer: „Paracelsus, Einsiedeln 1901".

Von vornherein muß betont werden, daß Theophrastus die Chemie nur um der Heilkunde willen betrieben wissen wollte, und daß gerade er es war, welcher den Grundsatz aufstellte und mit solchem das iatrochemische Zeitalter eröffnete: „der wahre Gebrauch der Chemie ist nicht: Gold zu machen, sondern Arzneien". Allerdings ist er dabei doch noch nicht ganz frei von alchemistischer Geheimniskrämerei gewesen, denn er wollte nicht von einem jeden, sondern nur von Eingeweihten in der chemischen Kunst verstanden sein, er sagt dieses ganz unverhohlen mit folgenden Worten: „Wir wollen unsern Sinn und Gedanken, Herz und Gemüt den Surden (Laien) nicht zeigen noch geben und schließen deshalb mit einer guten Mauer und mit einem Schlüssel." Auf seine Theorien werden wir später näher zurückkommen.

Wollen wir seinen eigenen Berichten Glauben schenken, so hat er ganz Europa und einen Teil des Morgenlandes in der Zeit bis zu seinem 30. Jahre bereist. Mit vielen großen Gelehrten traf er zusammen und hat

auch von diesem Umgange viel profitiert; er war einer von jenen Menschen, die mit offenem Sinn alles aufnehmen, was ihnen die Welt darreicht. Die regelrechten Studien an einer Universität hat er aber kaum absolviert, und seiner Versicherung, er habe den Doktortitel rite erworben, haben schon seine Zeitgenossen wenig Vertrauen entgegengebracht. War nun seine Ausbildung eine bunte, vielseitige, so war sie doch sehr lückenhaft. Es mochte denn auch wohl dieses der Grund sein, warum Paracelsus die Gelehrsamkeit seiner Zeit verachtete. Um seinen Lebensunterhalt zu erwerben, quacksalberte er und stellte Horoskope; er machte sich lustig über die leichtgläubigen Menschen und benutzte ihre Dummheit zu seinem Vorteil. Er wurde allmählich völlig skrupellos, was seinem medizinisch-chemischen Gedanken auch jedenfalls zugute kam. Denn wenn er einmal ein neues Mittel gefunden zu haben glaubte, so wandte er es ohne jegliche Angst bei den Kranken an; und er hatte Glück damit. Denn gar bald verbreitete sich sein Ruhm als bedeutender Arzt über ganz Deutschland. Ein paar glänzende Kuren, die er ausposaunte, wobei er aber die unglücklichen Fälle verschwieg, machten, seinen Namen zur allgemeinen Hoffnung der Kranken. Im Jahre 1526 begann Paracelsus seine Lehrtätigkeit in jener Stadt, wo er des oben schon erwähnten Trithemius Schüler gewesen ist; hierbei kam seine Genialität sowohl als auch seine Zügellosigkeit zum deutlichsten Ausdruck. Vor allem: Paracelsus führte, als er den Katheder bestieg, eine Neuerung ein, welche für seine Zeit etwas ganz Unerhörtes war, er sprach deutsch! Wie es Hutten in seinen wilden Angriffen auf Kirche und Papst getan, warf er die beengende Form der lateinischen Rede ab.

Paracelsus.
Flugblatt mit Porträt.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Und mit dieser Neuerung gewann er sich die Herzen seiner Hörer, das Volk strömte herbei, ihm zu lauschen, denn er lehrte für Laien. Dabei zogen sich natürlich die Gelehrten und Fachgenossen von ihm, als einem Scharlatan und Marktschreier, zurück. Als aber Paracelsus auch soweit ging, die Werke des Galen, des Avicenna zu verdammen und offen zu erklären, daß seine Schuhriemen gelehrter seien als diese alten hochgeschätzten Autoritäten, da fehlte es natürlich nicht an Angriffen von seiten seiner Kollegen. Unter Paracelsus' Hörer mischten sich auch Akademiker, die im Auftrage einiger Baseler Ärzte oder der ganzen medizinischen Fakultät aus seinen mit Polemik reich gespickten Vorträgen offenbar Stoff zu Anklagepunkten gegen den unbequemen Medizinprofessor sammeln sollten. Eine Frucht dieses schmählichen, hinterlistigen Treibens wurde bald zutage gefördert in der Form eines wüsten Pamphletes, das sich eines Sonntags in der Frühe an den Hauptkirchen und an der neuen Burse in der Kleinstadt angeschlagen fand.

Die in gut gebauten lateinischen Distichen abgefaßte Schmähschrift befindet sich heute noch im Baseler Staatsarchiv und lautet folgendermaßen:

Manes Galeni adversus Theophrastum, sed potius Cacophrastum.

Audi, qui nostrae laedis praeconia Famae,
Et tibi sum rhetor, sum modo mentis inops,
Et dicor nullas tenuisse Machaonis artes,
Si tenui, expertas abstinuisse manus.
Quis feret haec? viles quod nunquam novimus herbas,
Allia nec cepas: novimus helleborum.
Helleborum tibi capiti male gramina sano
Mitto, simul totas improcor anticyras.
Quid tua sint, fateor, spagyrca sompnia, Vappa,
Nosco, quid sit ares, quidve sit yliddus
Quidve sit Essatum et sacrum inviolabile Taphuens,
Et tuus Archaeus, conditor omnigenus.
Tot nec tanta tulit portentosa Africa monstra,
Et mecum rabida prelia voce geris?
Si iuvat infestis mecum concurrere telis,
Cur Vendelino turpia terga dabas?
Dispeream, si tu Hippocrati portare matellam
Dignus es, aut porcos pascere, Vappa, meos.

Quid te furtivis iactas, cornicula, pennis?
Sed tua habet falsas gloria parva moras,
Quid legeres? stupido deerant aliena palato
Verba et furtivum destituebat opus.
Quid faceres, demens, palam intus et in cute notus,
Consilium laqueo nectere colla fuit.
Sed vivamus, ait, nostrum mutemus asylum,
Impostura nocet, sed nova techna subit,
Iamque novas Macro cur non faciemus Athenas?
Nondum auditorium rustica turba sapit.
Plura vetant Stigiae me tecum dicere leges,
Decoquat haec interim, lector amice, vale! Ex inferis.

In deutscher Übersetzung:

Des Galenus Schatten wider Theophrasten oder besser Kakophrasten.

Höre, der du besudelst den herrlichen Ruhm meines Namens,
Bald ein geschwätzig Maul, bald einen Narren mich schiltst!
Wie? Ich hätte von Machaons Kunst auch nicht einen Hochschein?
Hätte zum Mindesten nie kundiger Hand sie geübt?
Unerträglich! Hab ich auch nie so verächtliche Kräuter,
Zwiebeln und Knoblauch gekannt; Nießwurz, die kenne ich wohl.
Nießwurz sende ich dir, dieses Kraut für verrückte Gehirne;
Jeder Narrenkurort sei dir empfohlen zugleich!
Freilich kenn' ich sie nicht, deine alchemistischen Träume,
Weiss nicht, was Ares sein soll oder dein Yliddus,
Kenn' dein Essatum nicht, noch des Taphuens göttlich Getränke
Und deines Archäus allerhaltende Kraft.
Doch ganz Afrika zählt nicht so viele Zauberessenzen:
Und du, tollwütiger Lump, zankt dich in Worten mit mir?
Treibt dich der Kitzel, mit mir dich zu messen mit feindlichen Waffen,
Ei, wie mochtest du fliehn schimpflich vor Wendelins Wort?
Wahrlich, Hippokrates' Nachttopf zu tragen bist du nicht würdig,
Bist wahrhaftig nicht wert, mir auch nur Sauhirt zu sein.
Was stolzierst du, erbärmliche Kräh', in gestohlenen Federn?
Warte, dein trügerischer Ruhm schwindet dir schnelle dahin!
Oder nicht? Schau, unrecht Gut konnt' nimmer gedeihen,
Und das gestohlene Zeug ließ dich gar balde im Stich.
Was war zu tun, Narr? Jedem bekannt von innen und außen?
Dich zu erhängen am Strick, das war dein kühner Entschluß.

„Nein, lieber leben!“, so spricht er, „lieber den Aufenthalt wechseln!
Fälschen zieht nicht; doch ich hab' nun einen anderen Plan.
Wie, wenn ein zweites Athen, ein zweites Makro ich schüfe?
Hat doch zum Glück auf dem Land keiner der Hörer Verstand.“
Weiter mit dir noch zu sprechen, verbietet mir stygische Satzung.
Soviel für heut zum Verdau'n, freundlicher Leser, leb wohl!
Aus der Hölle.

Wie muß wohl Paracelsus vor Zorn über dieses Pamphlet, welches seinen Namen so besudelte, seine Theorien, seine Arzneien so verhöhnte, aufgebraust sein; man begreift wohl, daß er sich auf andere Weise Genugtuung verschaffen wollte. Er richtete an den Magistrat eine längere Schrift, in welcher er bat, den Schreiber des Schmähzettels zu ermitteln und zu bestrafen; nicht schwer liest man zwischen den Zeilen des in aller Aufregung niedergeschriebenen Briefes eine bis zum Reißen der Geduld gesteigerte Misstimmung gegen den Magistrat von Basel heraus.

Mit diesem Schriftstück hat sich Paracelsus jedoch nicht zufrieden gegeben, er wollte auch an seiner ganzen Gegnerschaft, die ihn ja schon in Form einer Schmähschrift recht gekränkt hatte, Rache üben. Dieselbe vollzog er in der Vorrede eines seiner chirurgischen Bücher und Schriften (S. 342 ff.), aus welcher wir Interesses halber einen Satz besonders hervorheben wollen: „Jetzt wollen wir einander den Pelz erwäschen und weder der roten Hütlein noch der großen Namen schonen, und das Maß, so ihr ausgegeben habt, müßt ihr vom Theophrasto hundertfältig empfangen; jetzt liegt es am Treffen und in keinem Spiegelfechten.“ Die 17 Quartseiten umfassende Vorrede scheint stellenweise ganz unter dem ersten Eindruck der Baseler Schandverse und begleitet von einem gewaltigen Zornausbruche geschrieben zu sein. Wir können, weil es der Raum leider nicht gestattet, nicht ganz auf den Inhalt derselben weiter eingehen, sondern nur einige Stellen herausnehmen, welche die Schreibweise des Paracelsus so recht charakterisieren. —

Seine Bücher seien auf besserem Grunde eingewurzelt, und dieser triebe ihm die Sprößlein zur rechten Maienzeit hervor. Dieser Grund aber, aus welchem seine Schriften hervorwachsen, und die Säulen, auf welchen er mit seiner Arznei fuße, seien diese: Philosophie, Astronomie, Alchimie und Tugend. Unmöglich könne einer ein rechter Arzt sein, der in diesen vier Dingen nicht erfahren sei, denn das sei Fels und nicht Sand. Dann fährt Paracelsus fort: „Wie ich aber die vier Säulen für mich nehme, also müßt auch ihr sie nehmen und müßt mir nach, ich nicht euch nach; ihr

mir nach, Avicenna, Galenus, Rhazes, Montagnana, Mesoé, mir nach und nicht ich euch nach. Ihr von Paris, ihr von Montpellier, ihr von Schwaben, ihr von Meissen, ihr von Köln, ihr von Wien und was an der Thonau und am Rheinstrome liegt, ihr Insuln im Meer, du Italia, du Dalmatia, du Sarmatia, du Athenis, du Griech, du Arabas, du Israelit, mir nach und ich nicht euch nach; von euch wird keiner im hintersten Winkel bleiben, an den nicht die Hunde kommen werden, ich werde Monarchey, und mein wird die Monarchey sein, und ich führe die Monarchey und gürte euch eure Lenden. Wie gefällt euch Cacophrastus? Diesen Dreck müßt ihr essen" usw.

Ferner: „Ueber den Tuffstein will ich euch pallieren lassen. Und die Tugend als vierte Säule wird aus euch ein größeres Spektakul machen, als die Juristen über keinen malefactorem erdacht haben. O, wie werden die von euch verderbten Kranken lachen! O eueres armen Galeni Seel; wäre er unsterblich geblieben in der Arznei, so wären seine Manes nicht in den Abgrund der Höllen vergraben worden, daraus er mir geschrieben hat, deß Datum in der Hölle stand" usw.

„Wenn ich auch keine andere Hilfe wider euch hätte, als allein die Zeugnisse der Kranken, wie groß würde ich geachtet sein in der Monarchie? Noch viel mehr werde ich in der Monarchie stehen, so ich euch neben der Krankenkundschaft mit einer vierfacher Fakultät überwinde und bringe es dahin, daß ich euch lehre und ihr mich nicht. Was ich von euch gelernt habe, das hat der ferndrige Schnee gefressen. Ich habe die Summa der Bücher in Sankt Johannisfeuer geworfen, auf daß alles Unglück mit dem Rauch in die Luft ging. Und also ist gereinigt worden die Monarchie, und sie wird von keinem Feuer mehr gefressen werden. Ihr aber habt's bevor."

Weiter wendet er sich im Zorn und Übereifer gegen seine Amtsbrüder auf der hohen Schule und wirft ihnen vor, daß sie nicht in den wahren Heilmitteln und Geheimnissen unterweisen, sondern daß die „auditores ersauffen müssen in ihrem decoctionibus und mixturis, und sollten sie auch daran erworgen". Komme aber einmal seine Medizin gehörig zum Durchbruch, dann sei es mit den alten Ärzten aus, und „der Teufel im Hungertuche wird alsdann ihren Weibern die dünnen Leftzlin färben und die spitzigen Näslein putzen". Bezüglich des Doktoreides meint Paracelsus, die Abgehenden von den hohen Schulen trügen den Eid wie Esel die Säcke von der Mühle. Nun zum Schlusse verspottet er noch die ganzen Heilmittel und nennt sie Kälberarznei; er fährt dann fort: „Ich sage euch, mein Gauchhaar im Gnick weiß mehr denn ihr und alle eure Skribenten,

und meine Schuhrinken sind gelehrter als euer Galenus und Avicenna, und mein Bart hat mehr erfahren, denn alle eure hohen Schulen. Ich will die Stund greifen, daß euch die Sew im Koot müssen umbziehen. Wie gefällt euch der Peregrinus, wie gefällt euch der Waldesel von Einsiedeln? Brecht herfür! Was steckt in euch? Könnet ihr disputieren? Warum fangt ihr's nicht an?"

Aus obigen Zitaten kann man die drastische und derbe Ausdrucksweise unseres Paracelsus zur Genüge ersehen, er überschüttet in seiner Vorrede die Gegner mit allem nur erdenklichen Spott und den beißendsten Schimpfnamen wie: talarische oder ringlerische Doktoren, als auswendig in Kleidern gemalte Ärzte und inwendig schelmische Juden, Narren, Esel, Büffel, Clamanten, Lausjäger, Läustrinker, Kratzer, Schelmen, Betrüger, Bescheißer, lausige Bader, und um das Maß nun recht voll zu machen, und um ja keinen Ehrentitel zu vergessen, faßte er dies alles mit folgenden Worten zusammen: „Wie übel wird es euch auf den Buckel drucken, wenn ihr Ohren sechs Ellen lang tragen werdet, denn Johannes in Apocalipsi hat seltsamer und unbeschaffner Tier nie gesehen, als ihr seid."

Der vollständige Bruch des tief erbitterten Theophrastus mit dem Stadtrat wurde erst durch folgenden Fall besiegelt: Der Domherr Cornelius von Lichtenfels war in seiner Gesundheit durch ein schweres Magenleiden derartig heruntergekommen, daß er bei den derzeitigen Ärzten keine Hilfe mehr finden konnte; er wandte sich zuletzt an Paracelsus und versprach, falls er geheilt würde, 100 Gulden zu zahlen. Cornelius fand durch die Behandlung von Theophrastus denn auch Heilung und sandte dem letzteren „sechs Gulden zur Verehrung und ließ ihm sehr danken". Paracelsus war jedoch mit diesem Betrage nicht zufrieden und verlangte die versprochenen 100 Gulden; als ihm diese verweigert wurden, blieb ihm nichts anderes übrig, als daß er klagen mußte. Aber auch vor Gericht fand er kein Recht; hierüber gewaltig erbost, verfaßte Paracelsus eine Protestnote gegen Richter und Senat, die jedenfalls mit kräftigen Ausdrücken gewürzt war, und es ergab sich hieraus die Folge, daß er, um nicht eingelocht zu werden, bei Nacht und Nebel Basel verlassen mußte und sich ins Elsaß flüchtete. — Das geschah im Jahre 1527. — Jetzt kam die unstete Vagantennatur bei Paracelsus zum vollsten Durchbruch; er wandte sich zuerst nach Colmar, dem Hauptort des oberen Elsaß. Welchen Weg er eingeschlagen hat, läßt sich nicht bestimmt sagen; man vermutet, daß er über Ensisheim gegangen ist, wo Paracelsus den im Jahre 1492 gefallenen 55 kg schweren Meteorstein, der heute noch in der dortigen Kirche gezeigt

wird, genau besichtigt und in seiner Schrift: „de meteoris“ genau beschrieben hat.

Netzhammer schreibt in seiner Paracelsusstudie (Einsiedeln 1901) S. 77: Wir erfuhren bei diesem Anlasse auch, wie er sich die Entstehung und das Fallen des Steines, dessen Gewicht er treffend auf einen Zentner schätzt, zurechtlegt. Er glaubt, der interessante Stein sei aus der Materie der im Himmelsgewölbe sich vorfindenden Steinstrahlen entstanden, welche durch Konjunktiones schnell koaguliert seien. Wie zerlassenes und ausgeschüttetes Silber, also schnell sei auch diese Materie erhärtet worden ung gefallen. Daß der Stein im Sud gestanden und aufgebläht schnell erkaltet sein müsse, das sehe man, sagt der Chemiker, an seinen Buckeln und Formen. Überhaupt, so schließt er das Kapitel, ist alles, was im Feuer ist und siedet, luftig; kommt dann etwas aus dieser Region in die Kälte, so erhärtet es eilends und fällt.

In Basel hatte er unter seinen Schülern auch solche, die recht undankbar gegen ihn handelten; z. B. ein gewisser Operin, der als Buchdrucker im Jahre 1568 in Basel starb, wollte seinen Herrn, durch wirklich böswillige Unterschiebungen, zu einem gewohnheitsmäßigen Trinker und wütenden Säufer stempeln; als Widerlegung dient jedoch die Tatsache, dieser Anschuldigung die außergewöhnlich große und unermüdliche Arbeitsleistung Hohenheims entgegenzuhalten, die er als praktischer Arzt, als experimentierender Chemiker und als fruchtbarer Schriftsteller aufweisen kann. Vergessen wollen wir nicht, daß im Jahre 1575 Hohenheims Biograph schreibt, daß Operin diese Äußerungen widerrufen habe; die ausgestreuten Verdächtigungen fanden jedoch fruchtbaren Boden, und es versäumte denn der ehemalige Freund Hohenheims, Thomas Lieber, auf den wir noch zurückkommen werden, auch nicht, die große Sammlung alles erdenklichen Schimpfes auf Paracelsus mit allen möglichen Verunglimpfungen zu bereichern. Bezeichnend ist es, daß ihm (Paracelsus) bei Lebzeiten niemals der Vorwurf des Gewohnheitstrinkens gemacht werden konnte, im Gegenteil; er weist in seinen Schriften mehrfach darauf hin, das jene, welche dem Bauche dienen, weder an ihm noch an seiner Lehre Gefallen finden werden. Gleichwohl haben wir keine Veranlassung, zu glauben, daß Paracelsus bei seinen Wanderungen in lustiger feuchtfröhlicher Gesellschaft nach damaliger Sitte den Weinbecher verachtet oder den Bierhumpen verschmäht hat, nämlich er sagt ausdrücklich: „In alle Weg ist das Bier gesünder denn der Wein, das ist, minder Krankheit gibt Bier denn Wein.“ Es ist auffallend, daß diese Verleumdung von einem Manne wie Oporin ausgeht, welcher 2 Jahre lang sein Schüler war und den

Paracelsus unter seinen sechs guten Schülern mit aufzählte, denen er zu Ehren Libelle geschrieben, sagt, er habe auch in Sonderheit in allem Vertrauen gebraucht seinen getreuen Jchannem Oporinum.

Im Jahre 1529 siedelte Paracelsus nach der Reichsstadt Nürnberg über; gleich nach seinem Eintreffen verfaßte er eine Schrift über die Anwendung des durch den Spanier Fernandoz de Oviedo im Jahre 1514 eingeführten Guayak- oder Franzosenholzbaumes, dessen Absud, in Wein oder Brühe genommen, als das beste Mittel gegen die Franzosenkrankheit gerühmt wurde; auch Hutten, der dieser Seuche schließich erliegen mußte, hat dieses anerkannt. Paracelsus hatte aber auch hier in Nürnberg keine Ruhe, und es trieb ihn wieder auf die Wanderung. Wer des Theophrastus Charakter kennt, wird es verständlich finden, daß er nie zu einer Familiengründung schreiten konnte, denn er war zum Wandern veranlagt; er gibt dieses denn auch mit folgenden Worten unumwunden zu: „Mir ist not, mich zu verantworten von wegen meines Landfahrens und von wegen dessen, daß ich sogar nirgends bleiblich bin. Nun, wie kann ich aber wider das sein oder das überwinden, was zu überwinden mir unmöglich ist? oder wozu ich prädestiniert bin? Darum, daß ich ein Landfahrer bin und deshalb minder wert sei, soll mir niemand verargen, wenn ich mich dagegen beschwere. Mein bisheriges Wandern hat mir viel genutzt, und zwar Ursache: weil keinem sein Meister im Hause wächst, noch einer seinen Lehrer hinter dem Ofen hat. Die Kunst sind nicht verschlossen in eines Vaterland, sondern sind ausgeteilt durch die ganze Welt; sie sind weder in einem Menschen, noch an einem Ort allein, sondern sie müssen zusammengeklaubt werden und genommen und gesucht da, wo sie sind. Darum hab ich Fug und Verstand, daß ich sie suchen muß und sie nicht mich. Nehmet ein Exempel: Wollen wir zu Gott, so müssen wir zu ihm gehen, denn er spricht: Kommt zu mir. Dieweil dem so ist, so müssen wir dem nachgehen, dahin wir wollen."

Paracelsus durchzog die Schweiz und kam 1531 in St. Gallen an, welche Stadt er im folgenden Jahre schon wieder verließ. Er zog zunächst nach Innsbruck, von da nach Sterzing und alsdann nach Appenzell. Im Juli 1536 sehen wir Paracelsus in Augsburg, ein Jahr darauf zu Kromau in Mähren, wo er den an tatarischer Krankheit leidenden obersten Erbmarschall des Königsreichs Böhmen, Johann von der Leipnick, behandeln sollte; da die Krankheit desselben aber viel zu weit vorgeschritten war, trat Paracelsus zurück und begab sich nach Villach in Kärnten. Zuletzt wanderte Paracelsus nach Salzburg, wo er auf dem rechten Salzachufer im Eckhause am Platz wohnte, und starb nach einem sehr schnellen

Kräfteverfall am 24. September 1541. Eine in die Kirchenmauer eingelassene Platte bezeichnete bald das Grab des berühmten Arztes und feierte in einfachen Worten dessen Verdienste um die Heilkunde; die Inschrift lautete folgendermaßen:
CONDITUR / HIC / PHILIPPUS / THEOPHRASTUS / INSIGNIS / MEDICINE DOCTOr / QUI / DIRA / ILLA / VVLINERA / LEPRAM / PODAGRAM / HYDROPOSIM / ALIAQ / INSANABILIA / CORPORIS / CONTAGIA / MIRIFICA ARTE / SUSTULIT / AC / BONA / SUA / IN / PAUPERES / DISTRIBUENTA COLLOCANDAQ / HONERAVIT / ANNO / M. D. XXXXI. Die XXIIII. SEPTEMBRIS / VITAM / CUM / MORTE / MUTAVIT. /

Unterhalb der Inschrift ist das Familienwappen der Bombast von Hohenheim eingemeißelt. —

Wir glauben, daß das menschliche und wissenschaftliche Interesse, welches wir an Paracelsus haben, die ausführlichere Schilderung seiner Persönlichkeit rechtfertigt; dieselbe ist aber auch nötig, um die Widersprüche verständlich zu machen, welche sich in seinen Werken finden. Von seinen Schriften wollen wir nur die für unsere Wissenschaft in Betracht kommenden erwähnen: „Archidoxa“ — „De Tinctura phisicorum“ — „Große Wundarznei und Paramikur“. Wir werden nunmehr die Theorien und Beobachtungen des Paracelsus ein wenig behandeln.

Wie wir auf Seite 71 schon bemerkten, war Theophrastus in dem Laboratorium der Silberbergwerke beschäftigt; wenngleich er auch von dem Treiben der Alchemisten, die er später Narren, die leeres Stroh dreschen, nannte, nicht sehr erbaut war, so sah er doch manche chemische Verbindung und Zersetzung entstehen, die seinem Naturerkennen in jeder Beziehung nur fördernd waren. Da Peracelsus, im Gegensatz zu seinen Vorgängern, die Chemie nur um der Heilkunde willen betrieben wissen wollte und gerade er es war, der die Wissenschaft den Händen der Goldkocher entriß und in den Dienst der Ärzte und Apotheker stellte, so ist es wohl berechtigt, bei Besprechung seiner Theorien diese Basis zunächst zu berücksichtigen. Sie besteht in dem von ihm aufgestellten Grundsatz: „Der wahre Gebrauch der Chemie ist nicht: Gold zu machen, sondern Arzneien.“ Und mit diesem Gedanken ist das eigentliche iatrochemische Zeitalter eröffnet. — Wenn auch seine Anschauungen zumeist nur ungenau der Wirklichkeit entsprechen, so hat die Verbindung der Chemie mit der Medizin unserer Wissenschaft sehr genützt, indem die Chemie, seit dem Ableben der großen Klassiker, nur noch als Spielerei betrieben wurde, und es ist denn auch Tatsache, daß Paracelsus praktisch mit dem alten Kram aufgeräumt hat. Er warf sich mit Feuer und seiner ganzen Energie auf

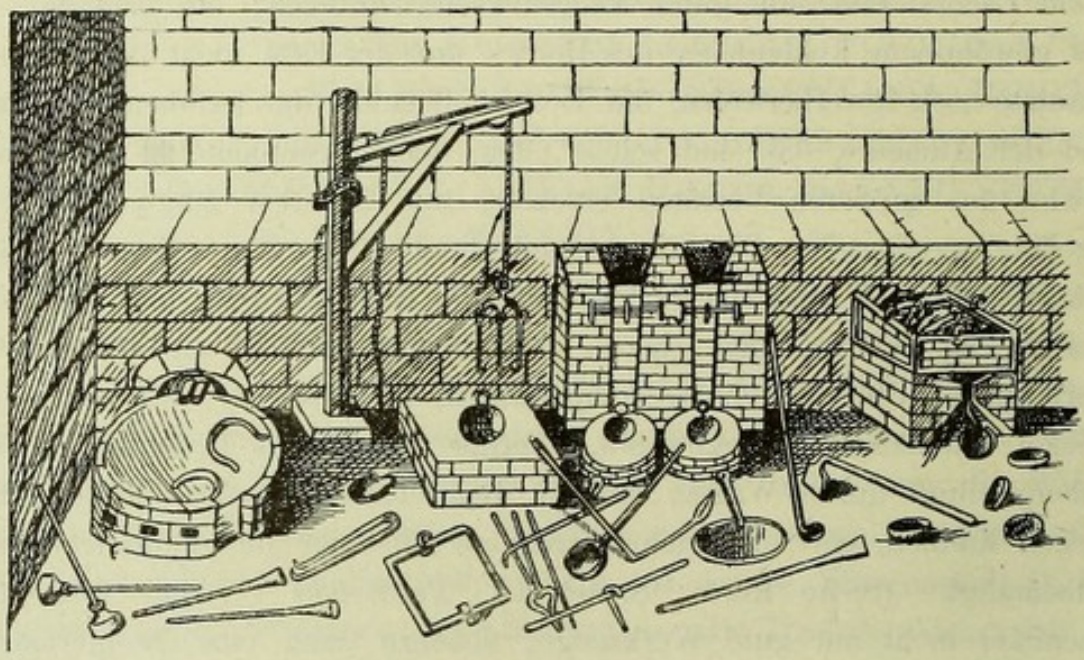
das Studium der Chemie, und wir werden aus Nachstehendem ersehen, daß er es zu großartigen Leistungen in diesem wissenschaftlichen Zweige gebracht hat.

Für die Ausführungen von chemischen Prozessen bedurfte man vor allem Laboratorien mit guten Feuerungseinrichtungen; oft genügte eben das gewöhnliche Kohlenfeuer des Herdes und der Esse nicht, sondern man benutzte noch Reverberieöfen, um Tiegel vollständig durchglühen zu können, und der Athanare, das sind solche Öfen, deren Brennmaterial sich immer wieder aus größeren Vorräten ersetzte, was bei den langwierigen, oft tagelang andauernden Operationen unbedingt nötig war. Ferner standen Wasser-, Dampf- und Sandbäder, um die Entwicklungsgefäße möglichst gleichmäßig erhitzen und ebenso gleichmäßig erkalten zu können, zur Verfügung. Um recht hohe Temperaturen zu erzeugen, wurden Brennspiegel, Sammellinsen angewandt. Ferner wurde das Inventarium eines Laboratoriums durch Wagen, Mörser, Reibschalen, Phiolen, Kolbengläser, Tiegel, Kannen, ein- und mehrschnäbelige Alembike und dergleichen vervollständigt. (Siehe Karte: S. 64 ff.) Paracelsus verlangt von einem Chemiker nicht nur gute Werkzeuge, sondern auch eine „wohlerfahrene Kunst der Handübung".

Paracelsus machte zuerst einen weiteren Unterschied unter den Metallen, welche seine Vorgänger nur in edle und unedle eingeteilt hatten. Indem Paracelsus die Duktilität als eine wesentliche Eigenschaft des metallischen Zustandes betrachtete, unterschied er die ihm bekannten nicht duktilen (Zink und Wismut) als Bastarde der Metalle von den duktilen eigentlichen Metallen. Somit legte er den Grund zu der Einteilung in Ganz- und Halbmetalle; ebenfalls beschrieb er zum ersten Male die Eigenschaften des Zinkes. Die Amalgamation des Kupfers, welche s. Z. den Chemikern noch sehr schwer fiel, lehrte er insofern leichter herzustellen, als er das aus Vitriollösung durch Eisen gefällte, fein zerkleinerte Kupfer mit Quecksilber anquickte. Den Unterschied des Alauns vom Vitriol bestimmte Paracelsus zum ersten Male richtig und zwar, daß im Alaun eine Erde und im Vitriol Metall enthalten sei, und diese Auseinanderhaltung war von größter Bedeutung. Paracelsus hatte noch verschiedene derartige Wahrnehmungen gemacht, und das beweist wieder, daß Paracelsus in der praktischen Chemie wohl erfahren war.

Wie sehr Paracelsus hohen Wert auf praktische Arbeit legte, geht aus seinen Worten hervor, wenn er sagt: „Denn das will ich bezeugen mit der Natur. Der sie durchforschen will / der muß mit den Füßen jhre Bücher tretten / Die Geschrifft wird erforschet durch ihre Buchstaben /

die Natur aber durch Land zu Land / als offt ein Land als offt ein Blat / Also ist Codex Naturae / also muß man jhre Bletter vmbkehren.“ (Vergl. Strunz, Paragranum S. 40.)



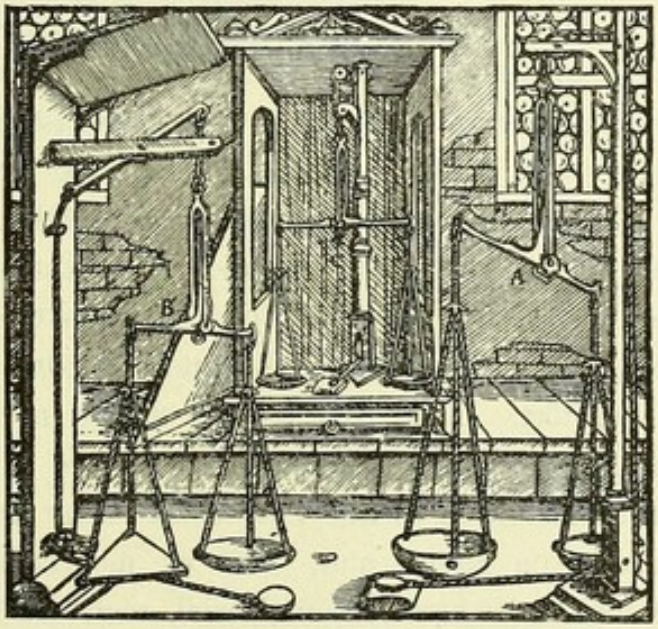
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

In Bezug auf die Elemente lehrt Paracelsus: „Drey sind der Substantz die da einem jedlichen sein Corpus geben: Das ist / ein jedlich Corpus steht in dreyen Dingen. Die Namen dieser dreyen Dingen sind also / Sulphur / Mercurius / Sal. Diese drey werden zusammengesetzt / als dann heists ein Corpus / und ihnen wird nichts hinzu gethan / als allein das Leben / und sein anhangendes. Also so du ein Corpus in die Hand nimmst / so hast du unsichtbar drey Substantzen / unter einer Gestalt: Von diesen dreyen ist not zu reden. . . . Dann so du ein Holtz in der Hand hast / so hast du vor deinen Augen nur einen lieb: Das Wissen ist dir nit nütz / die Bauern wissends und sehends auch. So weit mußt du gründen und erfahren / daß du wissest / daß du in der hand ein Sulphur habest / ein Mercurium / und ein Sal. . . . Nun die ding zu erfahren / so nehmt ein anfang vom holtz: Dasselbig ist ein Leib / Nun laß brennen / so ist / das da brennt / der Sulphur / das da raucht / der Mercurius / das zu Aschen wird / Sal. . . . Das da so brennt / ist der Sulphur / nichts brennt / allein der Sulphur: Das da raucht / ist der Mercurius / nichts sublimiert sich / allein es sey denn Mercurius: Das da in Eschen (Asche) wird / ist Sal / nichts wird zu Eschen / allein es sey denn Sal. . . . Die Scheidung aber beweist die Substantzen.“ „Denn fürwahr brennt ein Ding / so hat es

den Sulphur in sich: gibt es Aschen / so hat es Saltz in sich: gibt es ein Rauch / so hat es den Mercurium in sich."

Es machten sich hierbei die Widersprüche sehr störend bemerkbar. Mercurius (Quecksilber), Sulphur (Schwefel) und Sal (Salz) nahm er nicht nur in allen Metallen, sondern überhaupt in allen Körpern, mineralischen wie organischen, an. Natürlich versäumt Paracelsus nicht ausdrücklich zu betonen, daß diese Begriffe mit den darstellbaren Körpern gleichen Namens nichts zu tun haben. Die Elemente erscheinen bald als die Komponenten, aus denen alle Dinge bestehen, bald lediglich als qualitative Zustände derselben, bald auch als mystische, nur der höchsten Anschauung zugängliche Begriffe. Wenn wir uns diese Elemente als die der Aggregatzustände deuten und dabei auf eine Stelle in der großen Wundarznei Bezug nehmen, wo es heißt: „Das Feucht ist der Liquor (Mercurius), das da brennt, ist der Sulphur, das übrig bleibt von Zweien, ist das Sal", so ist das nicht ganz unrichtig, und wir hätten demnach das Fluor im Präparat des Quecksilbers, das Gasförmige im Sulphur, das Feste im Sal zu suchen. Neben den drei chemischen Elementen läßt Paracelsus die aristotelischen Elemente ruhig bestehen; ja, es gibt sogar, wie er an einer Stelle sagt: „vier Mercurii, vier Sulphura, vier Salia".

Unbestritten bleibt ihm das große Verdienst: die Einführung chemischer Präparate in die Arzneimittellehre, und wir wollen nunmehr seine chemischen Erfahrungen und Ansichten in Bezug auf die Medizin ein wenig näher behandeln. Paracelsus hat zuerst alle ihm bekannten chemischen Stoffe auf ihre Wirkung auf den menschlichen Organismus geprüft, und manche seiner Angaben bilden noch heute einen Teil unseres Arzneischatzes. So hat er Quecksilber-, Blei-, Eisen-, Kupferpräparate, Schwefelmilch, Schwefelsäure, Arsenik zuerst angewandt; denn er glaubte, daß selbst unter bestimmten Bedingungen jedes Gift als Arznei wirken könne. Paracelsus lehrt sodann durch viele Rezepte, wie die Quinta-Essentia aus den verschiedensten Körpern, wie aus Metallen,



(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Salzen, Steinen, Gemmen und Perlen, Hölzern, Ölen und Harzen, Kräutern und Blättern gezogen werden könne; bei den einen geschehen diese Extraktionen durch Sublimationes, bei den anderen durch Calcinationes, durch aquas fortes, durch Corrosiva, durch Dulcia und Acerba. In den Aschen und Destillationsrückständen wies Paracelsus zuerst nach, daß gerade hierin die wichtigsten Bestandteile der den chemischen Prozessen unterworfenen Körper zurückbleiben, weshalb sich auch diese Rückstände als die heilkräftigsten Arzneimittel verwenden lassen müßten. Weil das „Salz" das unzerstörbare Bleibende der Körper ist, so galt es Paracelsus auch vielfach als eine Art Elixier und Balsam, der das Leben vor Fäulnis und Tod schütze. Den Destillationsrückständen und Aschen, das heißt den Salzen, entnahm er denn auch die Großzahl seiner Heilmittel.

Was wir ihm hauptsächlich verdanken, ist, daß durch seine Bemühungen einerseits die Ärzte veranlaßt wurden, sich mit der Bereitung chemischer Arzneien und dadurch mit der Chemie selbst mehr bekannt zu machen, daß anderseits auch die Apotheker mit chemischen Operationen mehr vertraut wurden, wie denn von Paracelsus' Zeiten an eigentlich erst der Anfang der Pharmazie zu setzen ist. Ein Zweig der letzteren, welcher zwar erst viel später weiteste Entwicklung fand, stammt gleichfalls von Paracelsus: Die Gewinnung pflanzlicher Extrakte und Essenzen, welche er statt der alten Dekokte herzustellen verstand.

Bevor wir die Ausführung über die Kenntnisse des Paracelsus beenden, müssen wir noch auf einen besonders wichtigen Teil der chemisch-medizinischen Ansichten hinweisen: es ist die Lehre vom Tartarus. Das Wort steht sowohl für die Höllenqualen gewisser Krankheiten, als auch für den merkwürdigen Niederschlag, welcher dem Ausfallen des Weinsteins (Tartarus) ähnelt, und der diese Krankheiten erzeugen soll. Durch eine „Verdickung der Säfte" und das Zustandekommen fester, unlöslicher Niederschläge in verschiedenen Organen werden dieselben in ihrer Beweglichkeit gestört. Diese Anschauung stimmt noch heute für die Gicht, welche durch eine Ablagerung von Harnsäure in den Gelenken hervorgerufen wird. Natürlich dehnt Paracelsus seine Tartarusdiagnose auf eine ganze Anzahl von Fällen aus, weil er mehrfach die Ablagerung von Konkrementen beobachtet hat, und weil auch der Harn sehr oft einen „tartarusähnlichen" Niederschlag abscheidet. Mystisch ist noch bei Paracelsus die Erklärung der Verdauung durch einen Geist, den sogenannten „Archeus", welcher im Magen die Speisen nach ihrem Nährwert scheidet und die Nährstoffe dem Blute zuführt. —

Die Wünschelrute.
(Nach einem alten Holzschnitte.)
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Wie seinen Zeitgenossen, so erging es auch Paracelsus; die Lehrmeinungen des Paracelsus waren in der Folgezeit der Gegenstand des heftigsten Streites, und während die Gegner ihn und alles, was er gesagt hatte, völlig verdammten, gab es doch wieder viele, welche ihm höchstes Lob zollten und ihn für ihren Meister erklärten. Jedenfalls aber hatte er der Chemie einen starken Impuls gegeben, indem er sie aus den Händen der Alchemisten in die der Ärzte brachte, daß er ihre Notwendigkeit für die Mediziner dartat und die Apotheker zur näheren Bekanntschaft mit dieser Wissenschaft zwang. Die Chemie hat denn auch von diesen Bemühungen einen reichen Gewinn davontragen.

Was seine Schriften betrifft, mögen folgende noch angeführt worden: Opus paramirum, als Paragranum in 2 Ausgaben vorliegend; der Tractatus de tinctura physicorum, die in dem IV. Buche der als Philosophia betitelten Schrift zusammengestellten Tractate von natürlichen Dingen: von dem Wasser, den Salzen, Metallen, Mineralien usw. Ferner „Coelum philosophorum seu liber vexationum", in dem einen Kapitel dieser Schrift: „Was Alchimia für ein Thun sey", gibt Paracelsus folgende Definition: Alchimia ist nur ein fürnemmen, sinnen, und ein listig Gedicht, damit man die Geschlecht der Metallen verwandelt, auss einem Stand und Natur in die ander zu bringen." Im tractat von Mineralien, in Philosophiae Lib. IV (Opera, II. Teil, S. 56) benennt unser Gelehrter die den länger bekannten Metallen nahe stehenden schmelzbaren Körper als Bastarde der Metalle: „der Zincken, welchs ein Metall ist und doch keines; auch der Wissmut und ihres gleichen, die da fliessendt und etlichs theils geschmeidig seind; und doch wiewol sie etwas anhangend den Metallen mit dem Fluss, so seind sie doch nur Mastard der Metallen, das ist, etwas ihnen gleich und doch nicht . . ." Im tractat von Salzen in Philosophiae Lib. IV, S. 53 unterscheidet er in bestimmter Weise den Alaun von den Vitriolen, indem er schreibt: „Der Alaun hängt in nichts den Metallen an, sondern ist frey ein Saltz, das allein in der sewri (Säure) steht und nimpt sein Corpus nach der Vermischung der Erden; aber der Vitriol nicht, sondern allein von der vermischung der Metallischen Corporen." Magnus, welcher Paracelsus als Mediziner im großen Ganzen nicht anerkennen will, bezw. seine diesbezüglichen Leistungen nicht anerkennt und demzufolge seine Broschüre: „Paracelsus der Überarzt" (Breslau 1906) betitelt, schließt seine Abhandlung dennoch mit folgenden Worten (S. 14, 15): „Denn Theophrastus schuf sich nicht neue Waffen, sondern er suchte die höchste Erkenntnis genau mit demselben Rüstzeug zu erringen, welches die Menschheit bis auf seine Zeit gebraucht hatte. Er glaubte die Ge-

heimnisse des Lebens, des Seins und Werdens durch kühne phantastische Spekulationen zu enträtseln, genau so wie das fast alle Naturforscher und Ärzte bis dahin gehofft hatten. So steht er als die Verkörperung des Kampfes, welchen der Rationalismus um das Naturerkennen gestritten hat, an der Schwelle der neuen Zeit, welche dem Leben seine Geheimnisse nicht durch Spekulation, sondern durch Beobachtung, Untersuchung und Versuch zu entreißen gedenkt. Vesal schickte sich gerade an, diese neue Zeit in die Welt zu bringen, als Paracelsus, der letzte Romantiker im Streit um das Rätsel des Lebens, seine stumpfen Waffen senkte und erkenntnisarm die müden Augen für immer schloß."

Wir hätten jetzt einem Gelehrten die Aufmerksamkeit zu schenken, welcher zwar zur Zeit des Paracelsus lebte und sich um die Chemie sehr verdient gemacht hat, jedoch paßt kein einziges Kennzeichen des medizinisch-chemischen Zeitalters auf ihn.

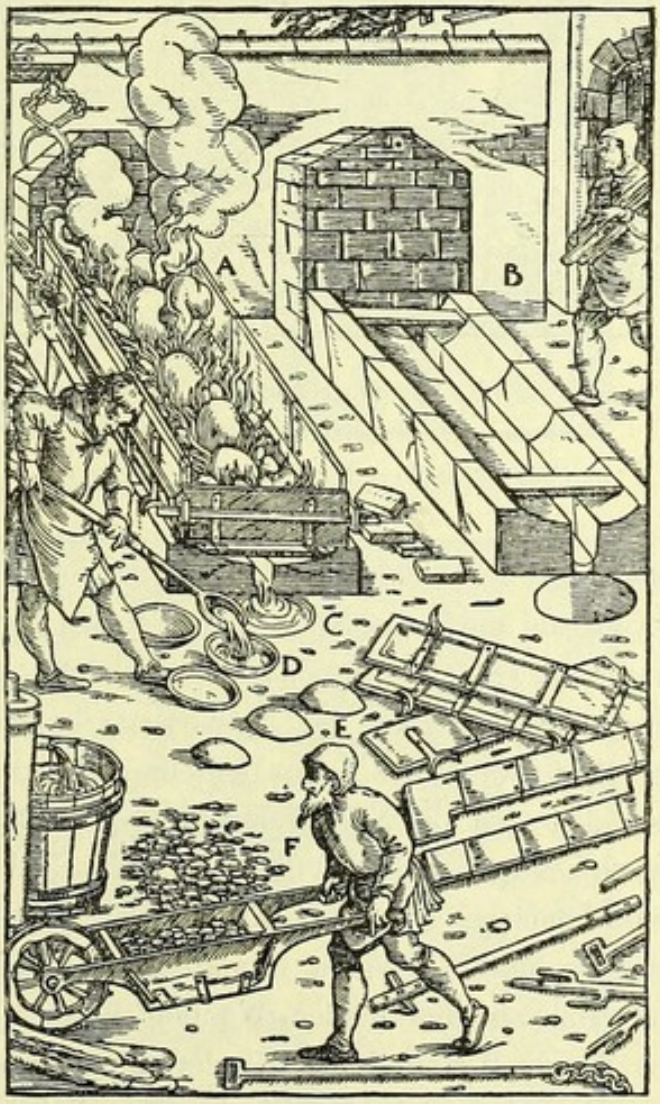
Es ist dieses *Georg Agricola,* der ganz das Gegenteil von Paracelsus erstrebte und somit keineswegs als Förderer der neuen Epoche angesehen werden kann; er wurde 1494 zu Glauchau in Sachsen geboren, studierte in Leipzig Medizin und besuchte zu seiner weiteren Ausbildung italienische Universitäten. In seine Heimat zurückkehrend, ließ er sich in Joachimsthal als Arzt nieder; durch den damals vorzüglich blühenden Zustand der Berg- und Hüttenwerke des Erzgebirges veranlaßt, widmete er sich hier neben der Ausübung seines Berufes der Mineralogie, Metallurgie und den damit verwandten Wissenschaften. Die Medizin hat er theoretisch gar nicht gefördert, im Gegenteil, er blieb in ihr den alten Anschauungen treu und bestritt die neuen Lehren des Paracelsus auf das Entschiedenste. Neues und dauernd Wertvolles dagegen schuf er auf mineralogischem und metallurgischem Gebiete, und hierin liegen denn auch seine Verdienste um die chemische Wissenschaft. —

Seinen Aufenthaltsort Joachimsthal vertauschte er gar bald mit Chemnitz, wo er noch mehr Gelegenheit hatte, sich seinem Lieblingsstudium hinzugeben. Dadurch, daß ihm der Kurfürst Moritz von Sachsen für die vorzüglichen Leistungen einen Gnadengehalt bewilligte, war es ihm noch weit mehr möglich, seine ganze Kraft den Naturwissenschaften zu widmen. Agricola blieb in Chemnitz bis zu seinem Lebensende 1555. Recht bezeichnend für den derzeitigen Fanatismus ist es, daß unser großer Forscher durch Beibehaltung der katholischen Religion den Haß all seiner evangelischen Mitbürger auf sich lud, ja, derselbe ging so weit, daß ihm die Beerdigung verweigert und sein Leichnam nach Zeitz gebracht wurde, um dort zur Ruhe bestattet zu werden.

(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

Was nun seine chemischen Kenntnisse anbelangt, so sind uns dieselben größtenteils in seinem Werke: „Libri XII de re metallica“ dargelegt; wir finden darin sozusagen alles, was über die Gewinnung, Bereitung, Probierung der Erze bekannt war. Es würde zu weit führen, wollten wir auf dieses Werk näher eingehen, und wir werden nur dasjenige hervorheben, was für unsere Wissenschaft von Interesse ist.

Agricola gab zuerst eine klare, zusammenhängende Anleitung zur Gewinnung vieler Metalle, zur Zubereitung der Erze; er lehrte die Darstellung des Kupfers und beschreibt die Reinigung desselben von Schwefelkupfer (Kupferglaserz) folgendermaßen: Das Schwefelkupfer wurde mit quarzhaltigen Zusätzen im Schmelzofen ausgeschmolzen, und setzte sich beim Ablassen der flüssigen Masse des „Werkes“ die leichtflüssigere Schlacke oben, der Kupferstein, welcher namentlich aus Schwefelkupfer bestand, unten im Tiegel ab. Dieser Kupferstein wurde durch siebenmaliges Brennen in Kupferoxyd verwandelt und letzteres vermittels Kohle und Sand im Schmelzofen zu Metall reduziert. Man erhielt somit ein unreines Schwarzkupfer, welches Silber enthält. Um nun letzteres aus diesem Gemisch zu gewinnen, stellte man folgendes Verfahren an: Man schmolz das unreine Schwarzkupfer mit einer bestimmten Masse silberfreien Kupferbleis zusammen und erhielt somit eine leicht schmelzbare Legierung von Blei und Silber. Diese flüssige Legierung goß man in eine Form von großen eineinhalb Zentner schweren Kuchen, welche auf den nach vorne mit Gefälle versehenen Liegerherd gelegt und einer Hitze ausgesetzt wurden, um die



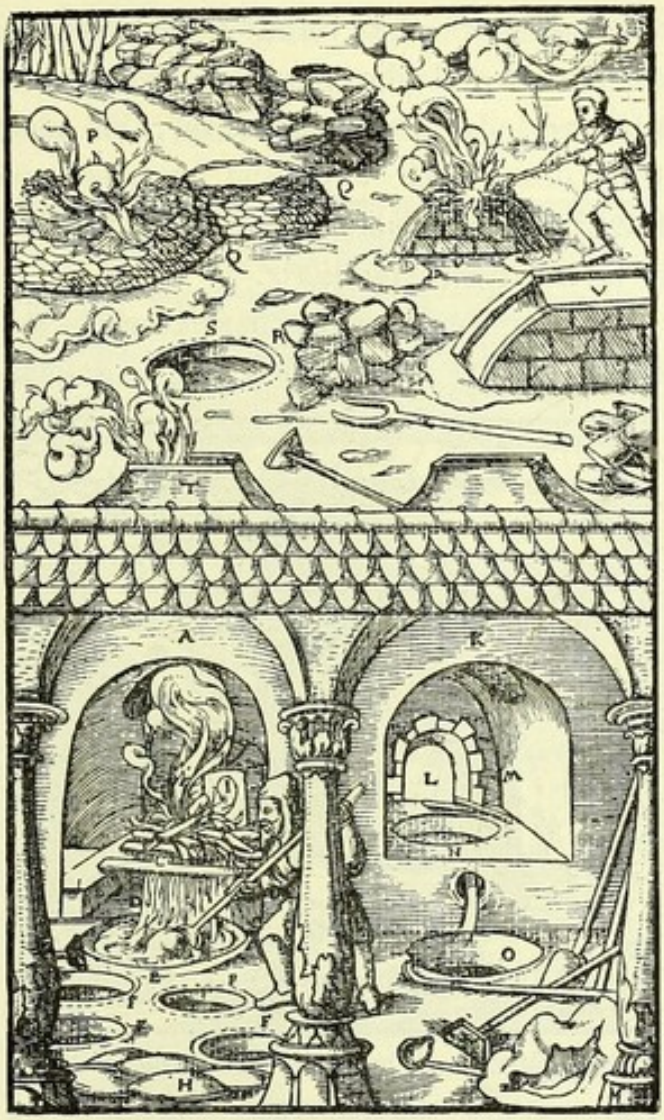
Nr. 1. Seigerherd (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Legierung von Blei und Silber zu schmelzen, nicht aber das Kupfer. Das „Werk“ oder die Legierung floß, wie wir auf vorstehender Abbildung Nr. 1 ersehen, durch die im Herde befindliche Rinne nach vorn ab, während das bleihaltige Kupfer als poröse Skelette auf dem Herde zurückblieb. Diese Skelette oder „Kinstücke“ wurden zunächst auf Dörrherde gelegt, um zu reinem Kupfer verarbeitet zu werden. Aus unserer Abbildung Nr. 2 ersehen wir, dass in einem derartigen Dörrherde eine gewisse Anzahl in Zwischenräumen mit Lehm bestrichene eiserne Steine aufgestellt waren; diese hatten nämlich den Zweck, daß bei Schmelzen der Kinstücke die Bleireste das Blei mit geringem Silbergehalte nach unten abliefert, während die Bleilegierung mit mehr Silbergehalt sich oben an den Steinen ansetzte. Von diesen Legierungen blieb nur noch das Schwarzkupfer, welches mit Schwefel und Eisen noch gemischt war, übrig, welches durch den Garmacher in einem eigenen Ofen, „Garherd“ genannt, gereinigt wurde. Wir sehen auf der Abbildung Nr. 3 einen derartigen Ofen; der Herd desselben sowohl als auch die Tiegel werden aus Erde und Kohlenstaub hergestellt. In diesem Ofen wurde das Schwarzkupfer geschmolzen und die metallische Oberfläche desselben der Einwirkung eines starken Gebläses, welches an der Hinterwand des Ofens angebracht war, ausgesetzt. Die Folge davon war, daß sich die Verunreinigungen, wie Schwefel, Eisen und dergleichen, verschlackten und oxydierten. Die Schlacken zog man mittels eines Schlackeneisens von dem Kupfer, bis letzteres seine vollständige Reinheit erhalten hatte. Alsdann reinigte man den Herd von Schlacken und Kohlen und goß an den heißen Wänden Wasser herunter, welches lauwarm in den Tiegel floß und das Kupfer zum Erstarren brachte.

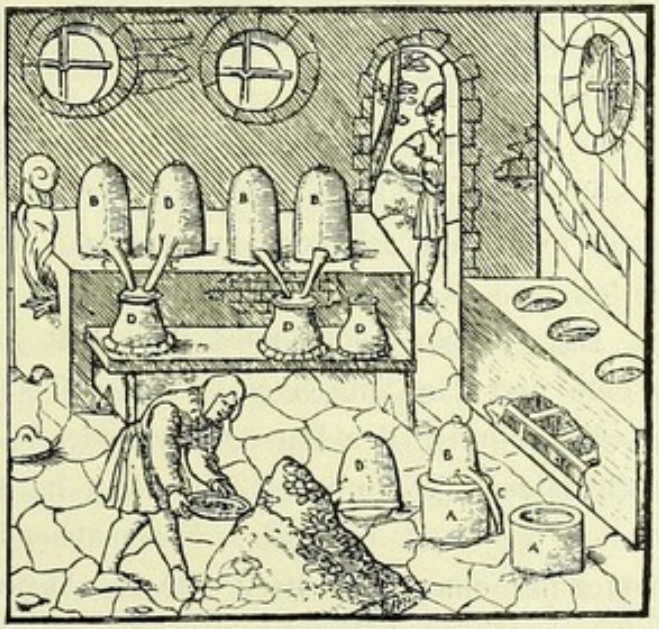
Nr. 2. Dörrofen (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Ferner berichtet Agricola über die Gewinnung des Quecksilbers aus den Erzen und beschreibt gleichzeitig die zu seiner Zeit zur Ausschmelzung dieses Metalles verwandten Geräte. Das gebräuchlichste Schmelz-

gerät zur Quecksilbergewinnung wird uns in unserer Abbildung Nr. 4 veranschaulicht. Dasselbe bestand aus zwei aufeinandergesetzten Töpfen, von welchen der obere Teil die Gestalt eines Hornglases, der untere die eines Topfes, „darein die männer oder weiber den Käss machendt", hatte. Dieser Topf wurde bis zum Rande in die Erde gesetzt; der obere Teil, das Hornglas, welches mit Erzen angefüllt war, wurde mit Lehm fest darauf gekittet. Derartige Gefäße wurden stets in einer großen Anzahl eingesetzt; war dann alles so weit fertig gestellt, so wurden dieselben von einem riesigen Feuer umgeben. Das geschmolzene Quecksilber tropfte alsdann in die unteren Gefäße und wurde nach dem Verlöschen des Feuers gesammelt. Dieses war wohl die einfachste Methode; jedoch hatte man zu damaliger Zeit noch andere Methoden, z. B. gibt uns die Abbildung Nr. 4 eine Veranschaulichung von einem Herde, in welchen Töpfe, mit Quecksilbererzen gefüllt, gestellt wurden; diese Töpfe waren mit glockenförmigen Treibhüten „je mit einer langen schnautzen zugedeckt



Nr. 3. Garherd (1557). Peters: „Aus pharmazeut. Vorzeit".



Nr. 4. Quecksilbergewinnung durch Destillierung (1557). Peters: „Aus pharm. Vorzeit". (3. u. 4. Germ. Museum, Nürnbg.)

und verkleibet“ fest verkittet. Als Vorlagen nahm man irdene Gefäße, in deren Deckel die Schnäbel von zwei Treibhüten eingekittet waren. „Bald wird das ärtz geschmelzet, biß alles quäcksilber im treibhut, der anstatt des oberen topffs ist, getriben wird, diß so alsdann auß der schnautzen herabfleusset, nemendt zu sich die geväß so darundter seindt, wie im Kürbsen gformiert“.

Unsere Abbildung Nr. 5 zeigt noch ein anderes Verfahren zur Quecksilbergewinnung; wir sehen einen großen Backofen vor uns, in dessen Innerem sich mehrere Herde befinden, auf welchen Töpfe, mit Quecksilbererzen gefüllt, eingemauert sind. Neben diesen sind beblätterte Baumzweige aufgestellt. Ist der Ofen überall gut verschlossen, werden die Herde, deren Feuerlöcher nach außen münden, geheizt. Das frei werdende Quecksilber verwandelt sich dadurch in Dämpfe, welche sich an den Blättern wieder zu flüssigem Metalle verdichten.

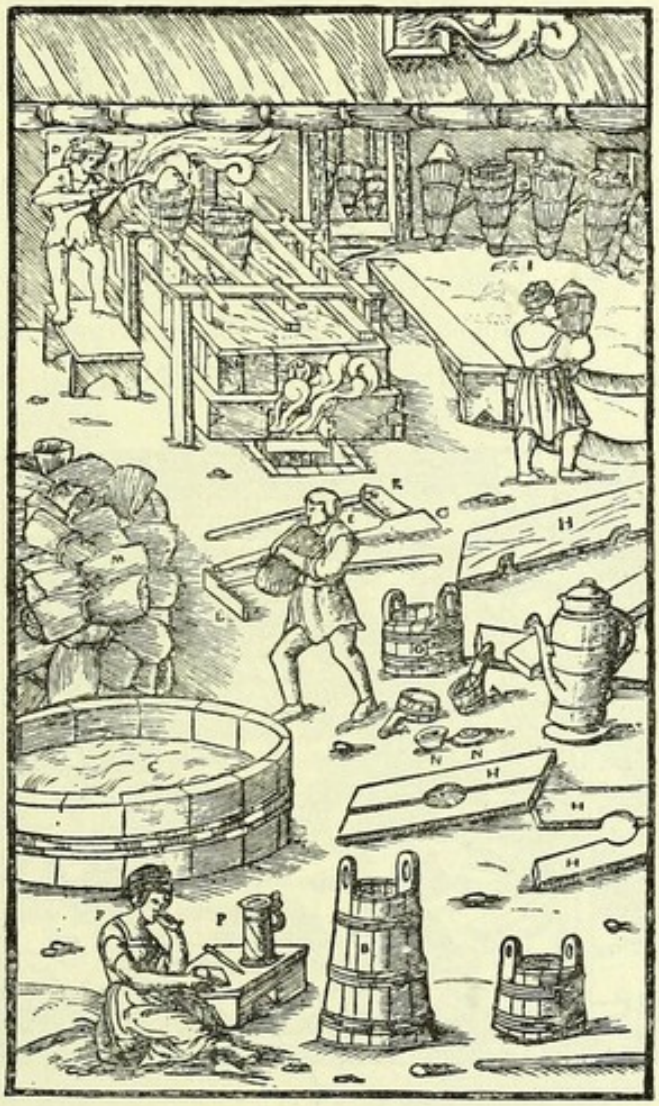
Nr. 5. Ofen zur Quecksilbergewinnung durch Sublimierung (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

„Der Schmeltzer, wann er sein werck aussgericht hat, löschet er das feuer, und so alle ding widerum erkaltet, thut er die thür sampt den fensterlin wiederum auff, und lest das quäcksilber zusammen, welch's dieweil es schwär ist, fellet der größer teil von den baumen von im selbs und fleußt in den holen teil des bodens zusammen, aber doch so es nicht gar ist von den baumen gefallen, so söllen sie geschüttet werden, daß es vollends herab falle.“

Das zu reinigende Quecksilber läßt Agricola mit Essig und Salz behandeln und dann durch ein leinenes Tuch oder Leder drücken.

Hinsichtlich der Darstellung anderer chemischer Präparate behandelt er diejenigen, die zu jener Zeit schon im großen hergestellt wurden, ausführlich, wie z. B. das Salz. Nebenstehende Abbildung Nr. 6 gibt uns die Darstellung einer Salzhütte, wie sie Agricola beschreibt. Der Herd war „auß salzsteinen und erden mit salz vermischt und auch gefeuchtet“ gemacht, welche „mauern sehr hart und vhest vom feur werden“, die hintere

Wand war sehr hoch, während die anderen 3 Wände nur ein bis zwei Meter hoch waren. An der Vorderseite war die Vorrichtung zum Heizen angebracht. Auf den drei niederen Herdwandungen ruhte die aus Eisenblechen zusammengenietete Sudpfanne. — Damit durch die Fugen die Salzlösung nicht dringen konnte, verschmierte man dieselben mit einem Kitte, der aus Rinderleber, Rinderblut und Asche bereitet war. Die eisernen Haken und das Gerüst, welches wir auf nebenstehender Abbildung sehen, waren nur zu dem Zwecke angebracht, um die Pfanne auch von oben zu halten, um somit die Traglast der Mauern zu verringern. Das in der Pfanne eingefüllte Salzwasser wurde alsdann zum Sieden gebracht; zur Klärung setzte man etwas Rinderblut hinzu, was den großen Vorteil hervorrief, daß das gerinnende Eiweiß desselben die Schmutzteile und Unreinigkeiten der Salzsole einhüllte, und somit konnte eine sehr leichte Reinigung der Sole bewerkstelligt werden. Dampfte man die Lösung noch mehr ein, so schied sich das Salz kristallinisch ab, welches mit einer Schaufel in Strohkörbe zum Trocknen gebracht wurde. „An mancherlei örtern aber geben sie dem saltz mancherlei formen. In körben werden stück saltz wie ein kegel, aber nicht in disen allein, sondern auch in werkzeugen, welche bildtnüssen vieler dingen ausstruckend."



Nr. 6. Salzsiederei (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Die gebildete Bleiglätte und andere Metalloxyde wurden mittelst Krückeisen im flüssigem Zustande aus der Abflußrinne herausgezogen, damit der Luftstrom des Gebläses stets das geschmolzene noch nicht oxy-

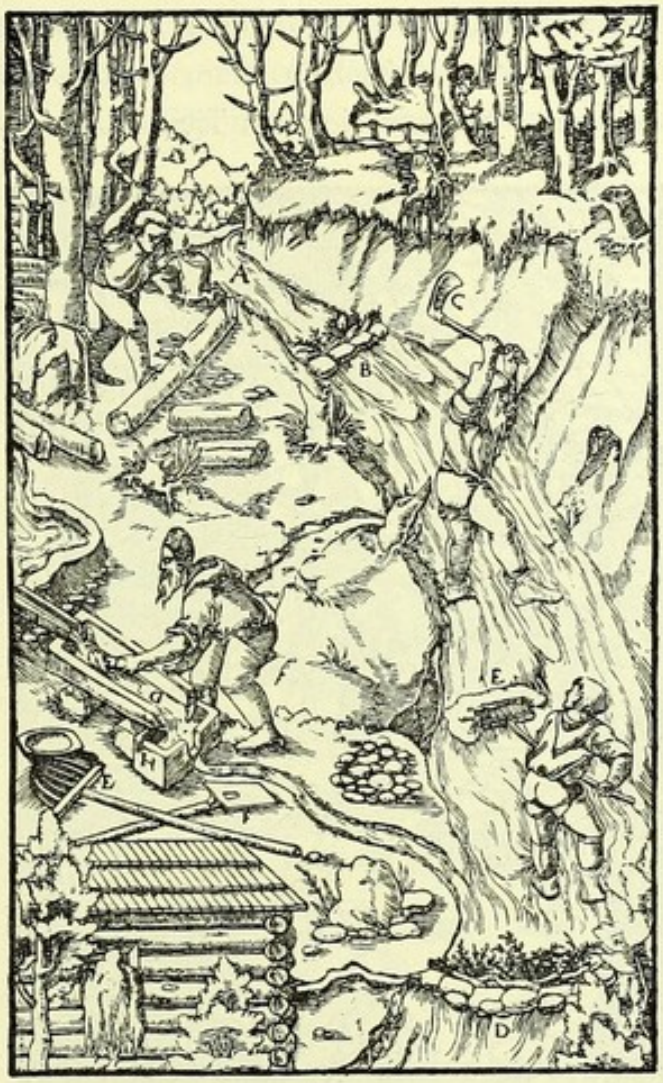
dierte Metall berühre. — „Aber wenn nun das Silber seine Farb bekompt, als dann so scheinend helle blick, die nach der Farbe weiß seindt, unt in ein Augenblick wirt es weiß; bald lasset der Silberbrenner die Thörlin herab, daß so die Rinne geschlossen, das Rad nicht umgetrieben werde, und die Bälge still standen.“ Durch die Öffnung des Treibhutes wurde alsdann nach und nach Wasser auf den Herd geschüttet, um die Masse zu erkalten. Neben dem Treibherde sehen wir auf folgender Abbildung einen Krahnen, welcher den Zweck hat, den Hut von dem Herde zu nehmen. Bei der Heizung des Treibherdes entwickelten sich naturgemäß giftige Gase von Arsen, Schwefelverbindungen usw.; um diese Giftgase unschädlich zu halten, genoß der Silberbrenner während der Arbeit viel „Butyr, daß ihm das Gift, welches der Tiegel von sich giebet, nicht schade, denn es ist ein sonderliche Arznei widers Gift“. Erwähnenswert ist noch, daß das salpetersaure Silber, welches Albertus Magnus schon kannte, erst von Georg Agricola zu Höllenstein geschmolzen und als Ätzmittel benutzt wurde. Man lehrte im 16. Jahrhundert: „Silber geschaben und mit Weinsteinöl gemischt, benimpt böse Räudigkeit, darmit geschmiert. In faule Wunden gestrichen, verzehrt das böse Fleisch. Silber heile die Wunden zusammen, also, daß man sie nicht hefften darf. Silber stärket das Herz und machet gut Geblüt.“

Nr. 7. Treibherd (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Agricola beschreibt sodann die Zinngewinnung, und dieses Verfahren entspricht im allgemeinen noch den heutigen Ansprüchen; nebenstehende Abbildung Nr. 8 zeigt uns in sehr leicht verständlicher Weise das Auswaschen der Zinnoxydkörner; Abb. 9 gibt uns einen Ofen zur Zinnausschmelzung zur Veranschaulichung; dieser Ofen ist im Verhältnis zu den anderen Schmelzöfen bedeutend niedriger. Auffallend ist hierbei auch die Gebläsevorrichtung; sie besteht aus zwei runden Scheiben, zwischen welchen Leder eingespannt ist. Bei den Eingeborenen im Herzen vom südlichen Afrika ist dieses Gebläse immer noch in Anwendung; man sieht

hieraus, mit welcher Zähigkeit die schwarze Menschenrasse an dem Althergebrachten hängt.

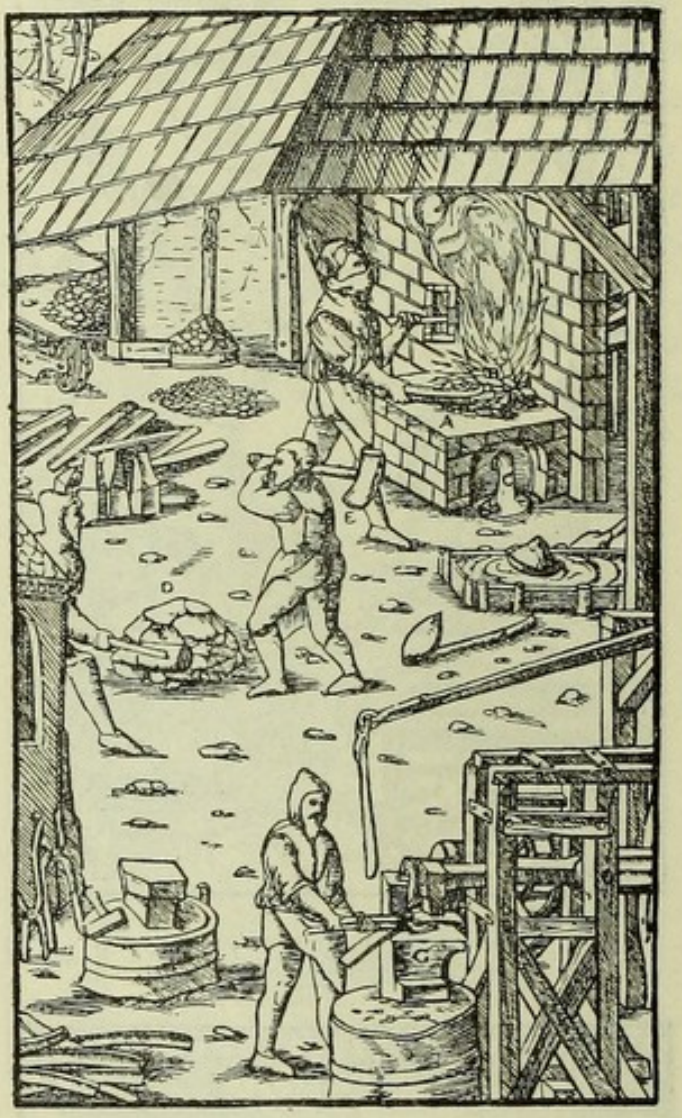
Abb. Nr. 10 (S. 94) zeigt uns den einfachsten Schmelzofen, den Agricola für die Ausschmelzung von Eisenerz, „das sehr gut ist", beschreibt; wir sehen auf dem Bilde einen Herd von ungefähr 1 Meter Höhe; in demselben befand sich ein Tiegel von 30 cm Tiefe und ungefähr 50 cm Durchmesser. In diesen Tiegel mündete das Rohr eines an der Rückwand angebrachten Gebläses. Wenn nun der Tiegel mit den zerstoßenen, mit gelöschtem Kalk gemischten Eisenerzen mit Kohle schichtweise eingelegt war, wurden die Kohlen angezündet und das Feuer mittelst des durch eine Wasserkraft getriebenen Gebläses etwa 10 Stunden lang in Glut gehalten. Um das Feuer aber auch mäßigen zu können, ging durch die Rückwand des Herdes eine Stange, mit welcher der Gang des Gebläses entweder geregelt oder ganz abgestellt werden konnte. Damit dem Schmelzer sein Gesicht nicht von der Hitze so arg verbrenne, trug er bei der Arbeit einen Hut, mehr einem großen



Nr. 8. Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit". (Germanisches Museum, Nürnberg.)

Nr. 9. Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit". (Germanisches Museum, Nürnberg.)

Korb ähnlich, der mit einigen Löchern versehen war. Wenn das Erz lange genug geschmolzen war, wurde das Gebläse eingestellt und das „Lachloch“, welches sich am Tiegel befand, aufgemacht, aus welchem alsdann die über der geschmolzenen Eisenmasse stehende Schlacke abgelassen wurde. — Später wurde das Eisen nochmals einem Schmelzprozeß unterworfen, um es ganz von Kohle und anderen Beimischungen zu befreien, und alsdann in den Hämmerwerken zu Stabeisen verarbeitet. Für die Reinigung des Eisens, welches zur Stahlbereitung dienen sollte, empfahl Agricola das Verfahren des Frischens. Das Bild Nr. 11 zeigt uns einen derartigen Ofen, und wir geben hier Agricolas Beschreibung wörtlich wieder: „Die Balge sollen also g'setzt werden, daß sie in die Mitte den Wind hineinblasendt“. Der Tiegel wurde mit Kohle, zerkleinertem Schmiedeeisen und Flußzusätzen beschickt und das Gemisch mit Feuer behandelt: „In welchen, so sie flüssig worden seindt, soll er in die Mitte vier Stückeisen, deren ein jedes dreißig Pfundt wieget, legen un soll es mitt eim starken Feuer fünff oder sechs Stunden lang schmelzen und soll mit dem Stabeisen, so darein gestoßen, das Eisen, so geflossen, zum offtersmals rüren, daß dessen kleine Löchlin, ein jetlichen Teil deren Stücken, das zum Dünsten ist, in sich ziehendt, welche Stücklin mitt seiner Krafft, die dicke Stück der Kuchen verzerendt und zerteilendt, welche, so sie weich, dem Sauerteig gleich werden.“ Bekanntlich verbrennen die zuerst mit den Flußmitteln und der Kohle geglühten Eisenstückchen im Gebläsfeuer teilweise zu Eisenoxyd;



Nr. 10.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit“.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

dieses löst sich in der Schlacke auf und bildet die Frischschlacke, welche unter das später zugesetzte flüssige Eisen durchgerührt wird, und die Folge davon ist, daß auf Kosten des Eisenoxydes die Kohle des Roheisens zu Kohlenoxyd verbrennt. Hierbei wird nun die reine Eisenmasse wieder flüssig; wir sehen in unserer Abb. Nr. 11, wie mit der Zange Stücke herausgenommen werden, aus welchen mittelst Hammerwerks die noch verbundene Schlacke herausgepreßt wird. Nochmals geglüht, löschte man das heiße Eisen mit kaltem Wasser ab, „mit welcher Weiss es von Stundt an verhartet, in lauter Stahel verkehert wirt, welcher viel herter und weißer ist als das Eisen". Das ist das damalige Verfahren zur Stahlerzeugung.

Nr. 11.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Leider fanden die grossen Leistungen Agricolas erst die rechte Würdigung in jener Zeit, in welcher sich die Chemie von allen Nebenzwecken lossagen konnte und sich zu einer selbständigen Wissenschaft erhob. Agricola fand denn auch nur wenig Nachfolger, welche das von ihm gegründete Fach der chemischen Metallurgie mit Erfolg weiter ausgearbeitet hätten, und es findet sich wohl auch niemand, der einer Besprechung an dieser Stelle würdig wäre. —

Umstehend bringen wir eine Abbildung (Nr. 12), die wohl die älteste sein wird und uns einen Einblick in das derzeitige Verfahren der Salpetergewinnung gestattet. Nach Agricola wurde die Salpetererde (eine fette Erde) mit Kalk und Asche gemischt, in einen großen Bottich (B) getan und mit Wasser übergossen. Am Boden des großen Behälters war eine Öffnung

angebracht, die jedoch anfangs mit einem Pfropfen verstopft war, um die erzeugte Salpeterauflösung in der darunter stehenden (D) Holzwanne abzusondern. Aus dieser wurde die Sole in einer kupfernen Pfanne eingedampft, wobei sich die Unreinlichkeiten absetzten. Die geklärte Lösung wurde mit Lauge versetzt und nochmals eingedampft. Sodann wurde sie in offenen Wannen (E), welche mit Eisenstäben durchkreuzt waren, zur Kristallisierung gestellt. Nach Verlauf von zwei bis drei Tagen wurde die Mutterlauge von den Salpeterkristallen gegossen. Bezüglich der Läuterung des Salpeters sagt Agricola, daß dieselbe mittelst Schmelzens und Abbrennens des Salpeters durch Schwefelpulver erfolgen könne. Sobald der durch diesen Prozeß obenauf schwimmende organische Schmutz zerstört war, wurde der Topf vom Feuer genommen, „darnach auß ihm erkaltet, nehmen sie den reinsten salpeter, welcher ein gestalt hat, wie ein weißer marmelstein, und alsdann auch sitzet das, das irdisch ist, am boden".

Nr. 12.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

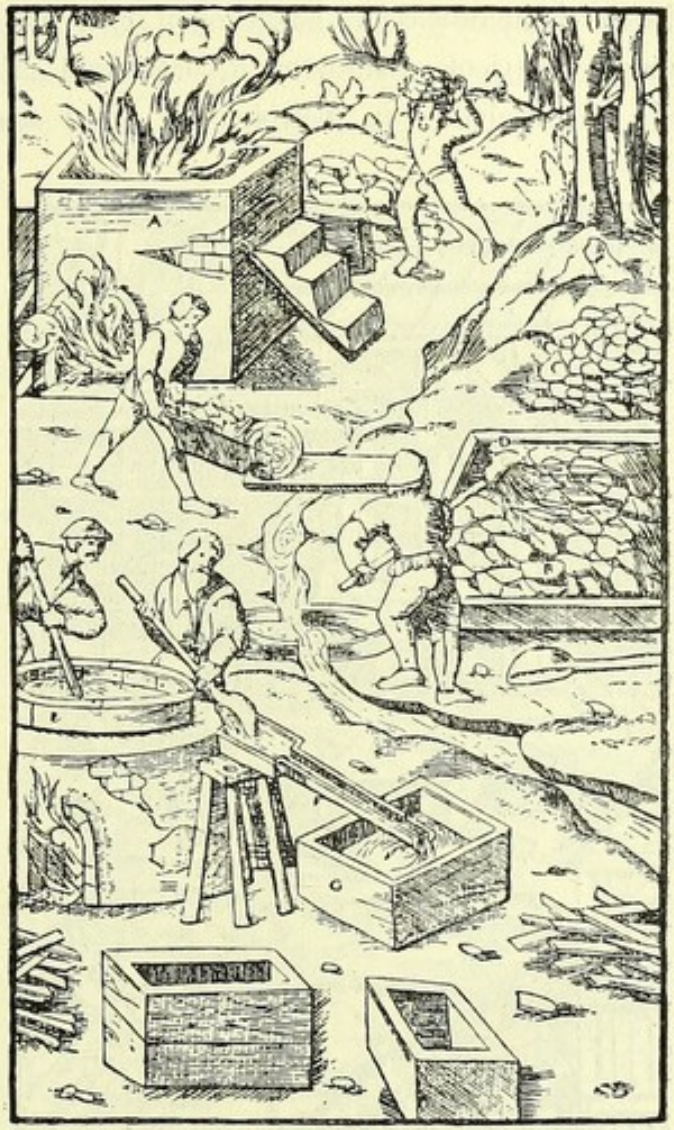
Die Methode der Alaungewinnung ist im Vergleich zu der eben besprochenen fast unterschiedlos; wir sehen auf der Abbildung Nr. 13 oben links das Brennen des Alunit, rechts daneben, wie er mit Wasser begossen der Luft zum Verwittern ausgesetzt ist; danach wird der verwitterte Alaunstein in einem Kessel ausgekocht und alsdann die so erhaltene Alaunlösung in Holztrögen zur Kristallisation beiseite gestellt. Agricola lehrt das Bereiten des Ammoniakalauns auch aus Kies „so nicht bereit und auss anderen vermischten alaunischen Dingen" und zwar durch Rösten, Verwittern mit Harn von jungen Kindern, Auslaugen, Absetzenlassen und Kristallisieren.

Was nun die Darstellung des Vitriols aus den Atramentsteinen anbelangt, so sagt Agriola, daß letztere zunächst der Luft auf längere Zeit zum Verwittern ausgesetzt wurden, alsdann in Bottichen mit Wasser

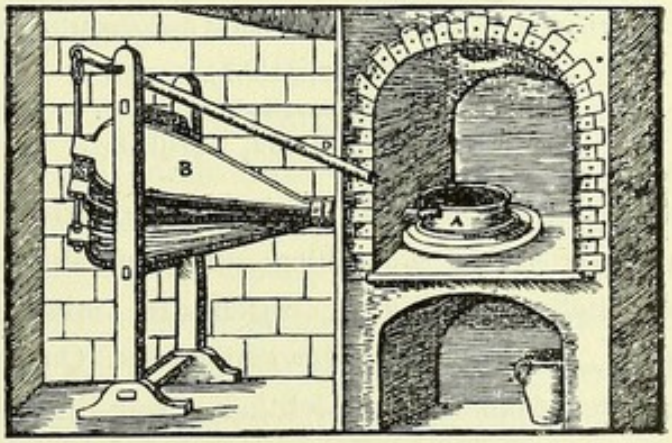
ausgelaugt und die geklärte Lauge wie vitriolhaltiges Grubenwasser weiter behandelt. — Besonders vollständig verbreitet er sich über die Probierung der Erze und die Bestimmung der edlen Metalle, welche er meist auf trockenem Wege auszuführen suchte.

Im 16. Jahrhundert hatte man das Gesetz der chemischen Proportionen und Äquivalentgewichte noch nicht bestätigt gefunden und wurden nach Agricolas Angaben die Gehaltverhältnisse niemals aus den chemischen Metallverbindungen berechnet, sondern das stets aus dem Erze rein abgeschiedene Metall wurde gewogen. Um diese Manipulation ausführen zu können, benutzte man die sogen. Probieröfen (Abbild. Nr. 14) mit Blasbalgvorrichtung. Da es sich bei der quantitativen Bestimmung des Erzes um kleine Gewichtsmengen handelte, so mußten die Probierwagen von einer großen Genauigkeit sein.

Um den Goldgehalt in Legierungen zu ermitteln, wurden zunächst die unedlen Metalle durch die Hitze abgetrieben; falls noch Silber in dem Golde enthalten gewesen sein sollte, wurde dasselbe

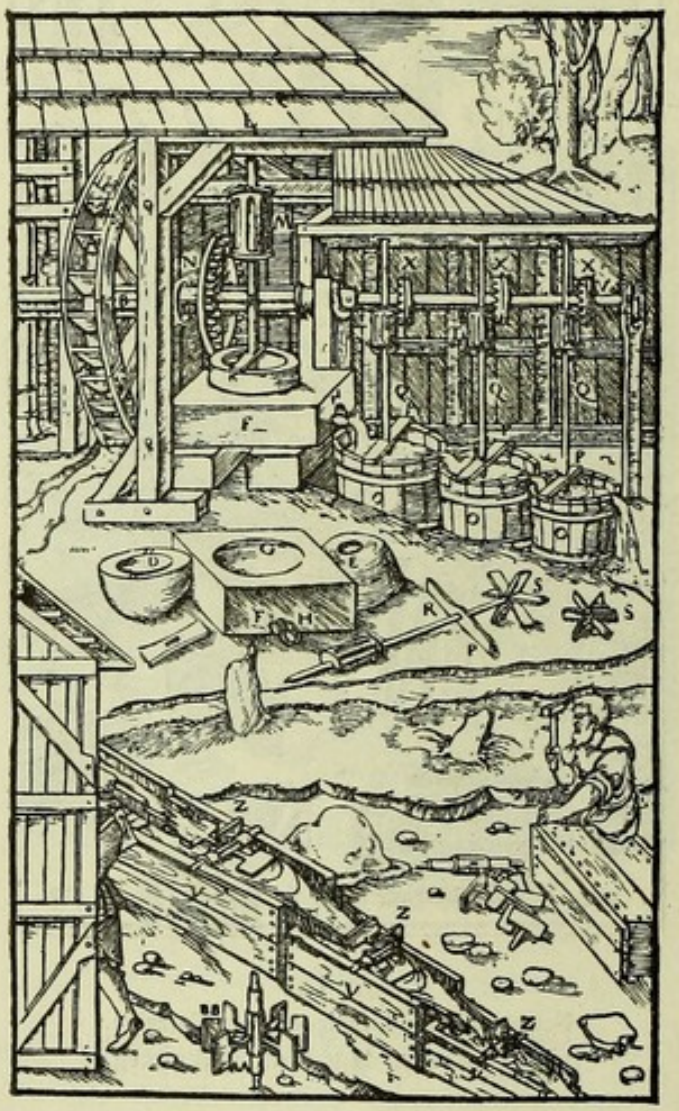


Nr. 13.
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)



Nr. 14. Probierofen (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

mittelst Scheidewasser ausgezogen und das reine Gold zum Schlusse gewogen. Agricola wußte auch, daß Gold mittelst Salpetersäure nicht ganz vom Silbergehalte zu befreien ist, und sagt ausdrücklich, daß man die kleinen Mengen, die im Golde zurückgeblieben sind, mit berücksichtigen müsse. Sehr ausführlich ist er in der Beschreibung der Gerätschaften, welche zur Probierung der Erze notwendig sind, z. B. gibt er eine sehr genaue Beschreibung der Muffeln, Tiegeln, Aschenkapellen, ferner der Schmelzöfen, wie sie am besten einzurichten sind.

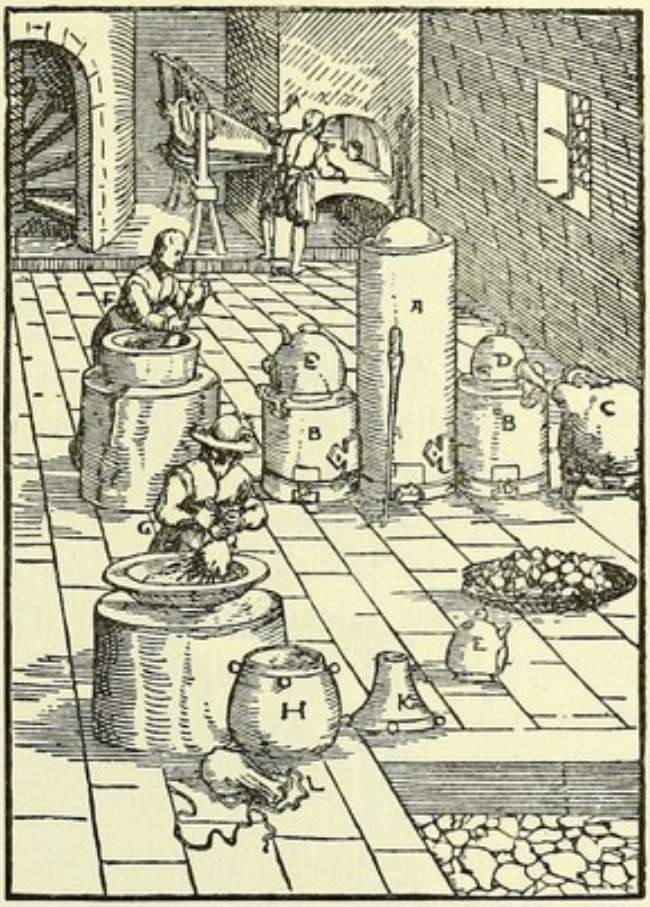


Nr. 15. Goldgewinnung mittelst Amalgamationsverfahrens (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

Einige Verfahren in Bezug auf Gewinnung der edlen Metalle wollen wir noch folgen lassen, da dieselben doch für unsere Geschichte von größter Bedeutung sind. Das Amalgamationsverfahren, welches Plinius als Reinigungsmittel des Goldes erwähnt, war auch noch im 16. Jahrhundert in Anwendung. Nebenstehende bildliche Darstellung zeigt uns eine derartige Einrichtung, um den Goldstaub aus Sand und zermahlenen Gesteinen in bequemer Weise abzuscheiden. Das Golderz wurde zunächst in einer Mühle zermahlen und das Mehl aus dem Mühlwerke alsdann mit fließendem Wasser durch drei miteinander verbundene Bottiche, in denen sich je eine Gewichtsmenge Quecksilber befand, gespült. Wie aus der Abbildung ersichtlich, war in jedem Bottich eine Quirlvorrichtung angebracht; dieselbe bezweckte, daß das goldhaltige Mehl sich mit dem Quecksilber amalgamiert und der übrige Teil fortgeschlemmt wird. Das goldhaltige Quecksilber „wirt in ein weich Fell oder in ein

baumwollin Planen geschüttet, welches, so es zusammengedrückt wirt, so fleußt das Quecksilber durch dasselbe in einen Topf herab, der ihm underworfen ist, das Gold aber bleibt darinnen fein".

Nebenstehend geben wir die Abbildung eines Verfahrens zur Abscheidung des Goldes vom Quecksilber durch Destillation. Das ausgepreßte Quecksilber kam in einen aus einem Ober- (K) und Unterteile (H) bestehenden eisernen, innen mit Lehm verstrichenen Topf, auf den ein irdener Helm (D), dessen Schnabel in einen irdenen Krug (C) einmündete, aufgesetzt war. Im Destillierofen (B), welcher mit einem Turm (A) versehen war, dem sogen. „faulen Heintz", ward dann die Destillierung vorgenommen.



Nr. 16. Abscheidung des Goldes von Quecksilber (1557).
Peters: „Aus pharmazeutischer Vorzeit".
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

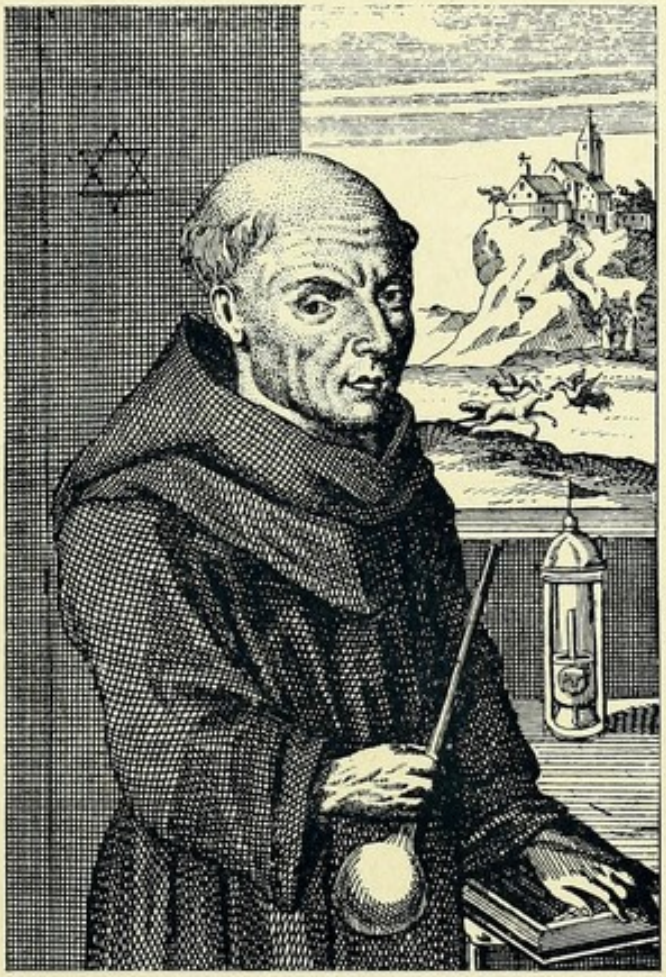
„Etliche pflegen auf den Krug einen erdenen blinden Helm (E) zu setzen, der auf den Seiten überhängt, darein gießen sie Wasser und ziehen das Quecksilber vom durchgedrückten Gold darin, und wenn es kalt worden, gießen sie es heraus durch die Schnautzen, die oben am Helm ist, so bleibet das Gold im Krug". Wir sehen vorne auf dem Bilde den „Anquicker" beschäftigt, das Quecksilber durch Leder zu pressen. Im Hintergrunde wird das Quecksilber vom Golde abgeraucht. Bemerken wollen wir noch, daß ein Verfahren, diese beiden eben erwähnten Metalle zu trennen, in prähistorischer Zeit wahrscheinlich nicht bestanden hat. Dagegen glauben wir wohl mit der Annahme nicht fehl zu gehen, daß man in homerischer Zeit eine Legierung von Gold und Silber für ein besonderes Metall, das „Elektrum", hielt. Nach Angabe der Odyssee IV, (S. 73), schimmerte die Königsburg des Menelaus von Gold, Elektrum, Silber und Elfenbein.

In seinem oben schon genannten Werke beschreibt Agricola die Trennung des Silbers vom Kupfer durch den Seigerungsprozeß sehr ausführlich und wir haben sein diesbezügliches Verfahren auf Seite 89 schon eingehender erörtert. Es erübrigt nur noch, unseren Lesern die Darstellung eines Treibherdes, mit einem Hute versehen, während des Betriebes vor Augen zu führen. Das Schmelzen des silberhaltigen Bleies wurde mittelst Solfeuer vorgenommen und zur Oxydation des Bleies oder Kupfers Luft über die geschmolzene Metallmasse mit dem Gebläse zugeführt.

Agricola steht in diesem Zeitalter vereinzelt da, denn er hat sich mit der Tendenz der iatrochemischen Epoche gar nicht befaßt, sondern seinen eigenen Weg eingeschlagen und sich dadurch unstreitig große Verdienste um die Chemie errungen; aus diesem Grunde durften wir ihm wohl eine grössere Beachtung schenken.

Von seinen Schriften, die alle im Jahre 1546 herauskamen, erwähnen wir folgende: „De re metallica XII“ — „De natura fossilium libri X“ — „De ortu et causis subterraneorum“ — „De veteribus et novis mettis“ — „Bermannus sive de re metallica dialogus“. Die vier letzteren Schriften enthalten Vorzügliches über Mineralogie, Berg- und Hüttenwesen und erfreuten sich bis zum Anfange des 19. Jahrhunderts größter Beachtung.

Als letzter Alchemist, der, wie der S. 69 geschilderte Paracelsus, an der Grenzscheide zweier Zeitalter steht, ist Basilius Valentinus, welcher die schwarze Kunst auf wissenschaftlicher Basis betreibt, zu nennen. Basilius Valentinus soll in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts in einem Benediktinerkloster als Mönch gelebt haben; Sicheres ist über seine Existenz nicht bekannt. Kaiser Maximilian I. hielt die Frage für wichtig genug, um 1515 Nachforschungen zu veranstalten. Man fragte in vielen Benediktinerklöstern nach und suchte zu Rom in dem Generalverzeichnisse nach diesem Namen, ohne jedoch den gewünschten Erfolg zu haben. Die Frage, ob je ein Benediktinermönch namens Basilius Valentinus gelebt habe, blieb unentschieden, bis 1675 Gudenus, der die Geschichte von Erfurt bearbeitet hatte, nachwies, daß im 15. Jahrhundert ein Mönch namens Basilius Valentinus im St. Peterskloster dieser Stadt gelebt habe. Demzufolge wurde die Persönlichkeit und das ungefähre Zeitalter unseres Schriftstellers fast allgemein als konstatiert angenommen. Kopp bestreitet allerdings in seinen Beiträgen III, S. 111 ff. die Existenz eines Fr. Basilius Valentinus. Sei es, wie es wolle, den vollen Beweis für seine Ansicht hat Kopp nicht gebracht; das ist ja richtig, daß man



Basilius Valentinus.

(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

von seinem Lebenslauf so gut wie nichts weiß und sich nur auf die unter seinem Namen (ob echt oder nicht echt, möge dahingestellt bleiben!) verfaßten Schriften berufen kann.

Thölde hat seinerzeit die Schriften herausgegeben, welche von Basilius Valentinus verfaßt sein sollen. Das Auffallende dabei ist, daß er über diesen Mann und den Ursprung dieser Schriften nichts berichtet. Wedel führt hierauf bezügliches mit folgenden Worten an: „Cessit hinc ille honor Joh. Thölde, Frankenhusano, qui edit. I, Basilii Valentini Tr. de Lap. Phil. cum XII, Clavibus in dedic. 1599 scribit": „es sey ihm diss Büchlein Fr. Basil. Valentini, Benediktiner Ordens, von uhr-alten grossen Steinen der Weisen geschrieben, und nach Erfindung und Offenbahrung desselbigen sein eigene Hand, wiewol sehr alter Schrifft, welches ihm auch im ersten Abschreiben viel Mühe und Nachsinnens gemacht, er solches vollkommen ausspeculiret, und recht zu Papier bringen können, durch sonderliche Schickung und wunderbarlich Mittel zu handen kommen".

Der vielbelesene Daniel Sennert erwähnt im XI. Kapitel seiner 1619 verfassten Schrift „de chymicorum cum Aristotelicis et Galenicis consensu et dissensu" wiederholt den Basilius Valentinus, welchen er, — auf den Inhalt der ihm bekannten Schriften fußend, — gegen das Ende des 15. Jahrhunderts setzte. (D. Sennerti Operum T. I, Lugduni 1676.)

Wie schon oben bemerkt, soll Basilius Valentinus in Erfurt gelebt haben, einen weiteren Anhaltspunkt zu dieser Annahme gibt das in der Münchener Hof- und Staatsbibliothek befindliche Buch: „Letztes Testament Basilii Valentini Benedictiner Ordens, darinnen die Geheime Bücher vom Großen Stein der Uralten Weisen, und andern verborgenen Geheimnüssen der Natur. Aus dem Original, so zu Erffurt in dem hohen Altar unter einem Marmorsteinen Täfflein gefunden, nachgeschrieben und nunmehr auff vielfältiges Begehren den Filijs doctrinae zu gutem neben angehengten XII Schlüsseln und in Kupfer gebrachten Figuren etc. dessen Inhalt nach der Vorrede zu sehen, zum Andernmahl ans Licht gebracht, Strassburg, In Verlägung Caspari Dietzel 1651". In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts finden wir in „Gudeni Historia Erfurtensis" (Duderstadii 1675) S. 129 eine weitere diesbezügliche Angabe: „Eadem aetate (1413) Basilius Valentinus in Divi Petri monasterio vixit, arte medica et naturalium indagnie mirabilis. Insuper iis accensetur, quos in augmentum spei nominant aurum confecisse; sic aliena dementia post saecula fallit, ideo minus culpabilis, quod non nisi decipi amantes facultatibus exuantur."

Im Traktat von V. A. Moellenbroch „de varis s. arthritide vaga scorbutica" (1663 und später 1672 veröffentlicht) finden wir folgende Stelle:

„gedencket, dass er den Abt des Bened. Closters zu Erffurt selbsten darum befraget, aber zur Antwort bekommen, dass ihme nichts davon wissend, und er seinen Namen in der Matriekel, worinnen doch alle Namen der Mönche angeschrieben, nicht finden könte". Wedel berichtet in seinem „Propempticon inaugurale de Basilio Valentino" (Jenae 1704) S. 7, daß er von dem Prälaten des gedachten Klosters die Auskunft erhalten habe, die Manuskripte des Basilius Valentinus, — welche größerenteils im dreißigjährigen Kriege auf Befehl der Königin Christine aus der Klosterbibliothek genommen und nach Schweden gebracht, anderenteils auch abhanden gekommen seien, — wären vordem zusammen mit einer, ein gelbes Pulver enthaltenden Schachtel in einer Mauer unter dem Refektorium des Klosters verborgen gewesen.

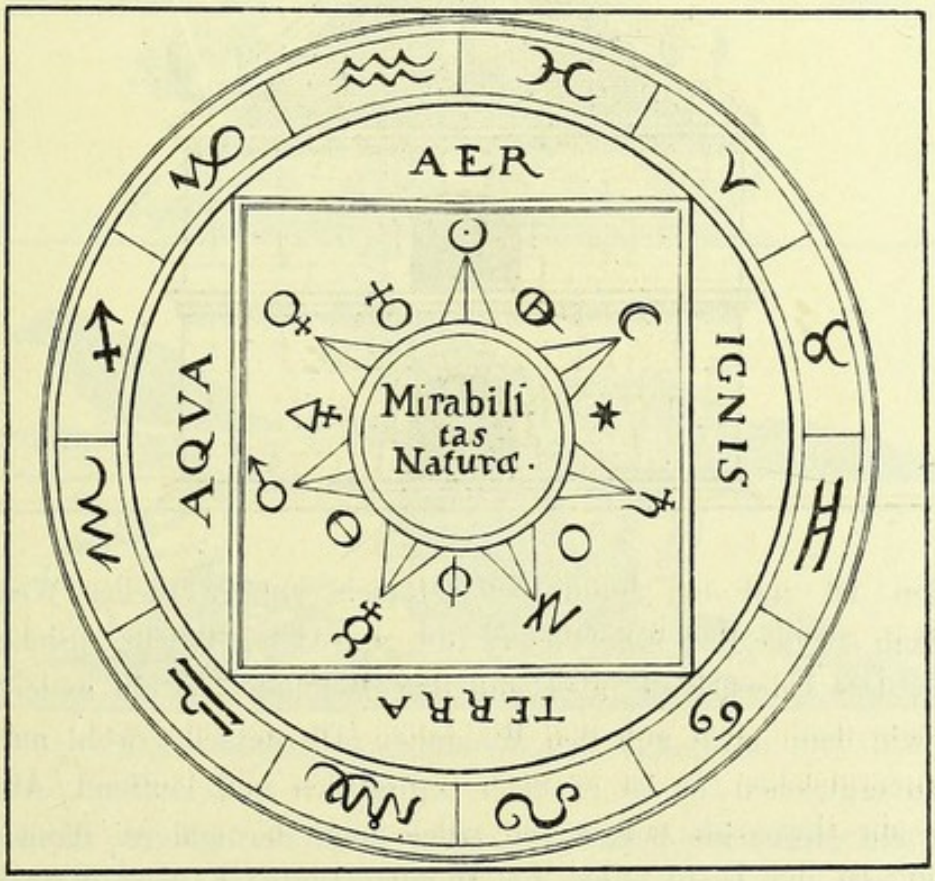
Auf jeden Fall ist die Frage bezüglich der Existenz des Basilius Valentinus endgültig noch nicht gelöst; Kopp sagt in seinen Beiträgen III, S. 117: „So groß sind in der Tat diese Schwierigkeiten, so groß erscheint mir das Gewicht der Gründe, welche zu der Ansicht bestimmen können, der Verfasser der unter Basilius Valentinus verbreiteten Schriften sei nicht vor, sondern nach Paracelsus zu setzen, daß ich diese Ansicht nicht nur als eine betrachte, welche ganz ernstliche Erörterung beanspruchen kann, sondern auch als eine, für welche sich, so weit äußere Zeugnisse oder das Fehlen solcher in Anschlag zu bringen sind, mehr sagen läßt als für die entgegengesetzte. Behauptet worden ist in der Tat auch schon im vorigen Jahrhundert, daß jene Schriften untergeschobene Produkte einer späteren Zeit seien, während man andererseits in ihnen Übersetzungen aus dem Arabischen sehen wollte und endlich auch noch die Meinung vorgebracht worden ist, mehrere Alchemisten des 14. bis 16. Jahrhunderts hätten sich wahrscheinlich des prächtig klingenden Namens Basilius Valentinus bedient, um ihren Schriften mehr Ansehen zu verschaffen."

Alles, was wir über die fragwürdige Persönlichkeit wissen, schöpfen wir aus den unter diesem Namen verfaßten Schriften, und stützen wir uns hauptsächlich auf die weiteren Berichte von Thölde, Gmelin, Sennert, Schneider, Kopp, Meyr und Ehrenfeld.

In gewisser Beziehung hat Basilius Valentinus vieles mit Lullus gemeinsam, nämlich die überspannten Ideen von der Heilkraft des Steins der Weisen und seiner umwandelnden Kraft auf unedle Metalle. Ja, noch weiter als Raymundus Lullus geht Basilius Valentinus, indem er sagt: Die Bedeutung der Alchemie ist die Aufgabe eines Menschenlebens; die Beschäftigung mit dieser Kunst gehört für ihn zur Ausübung der Religion, und die Er-

langung des Steines der Weisen ist eine Verherrlichung und Belohnung inniger Frömmigkeit. Dieses ist reines Mittelalter; hier feiert die alles beherrschende kirchliche Idee einen ihrer Triumphe, ein wenn auch nur gedachter Vorgang der materiellen Welt wird hinaufgeleitet zu einem ideellen Gegenstande frommer Anbetung. In Bezug auf die eigentlich chemischen Ansichten des Basilius Valentinus stellt sich eine seltsame Mischung zweier Richtungen heraus, von denen man kaum glauben sollte, daß sie sich so scharf ausgesprochen in einem Individuum äußern könnten. Bald erscheint er als kalter, besonnener Beobachter, bald als schwärmender Phantast. Im allgemeinen schlug er in der Chemie und in der Medicin, der er gleichviel Aufmerksamkeit widmete, einen richtigeren Weg ein als alle seine Vorgänger. Ja, er wies mit Nachdruck darauf hin, daß man nicht jedes chemische Präparat ohne weiteres als Gift für den menschlichen Körper verwerfen dürfe; allein dem Autoritätsglauben der Ärzte seiner Zeit gegenüber befand er sich in der Lage eines Predigers in der Wüste.

Ehe wir uns zu den tatsächlichen Forschungen des Basilius Valentinus wenden, sei hier nur erwähnt, daß sich neben den alchemistischen Metall-



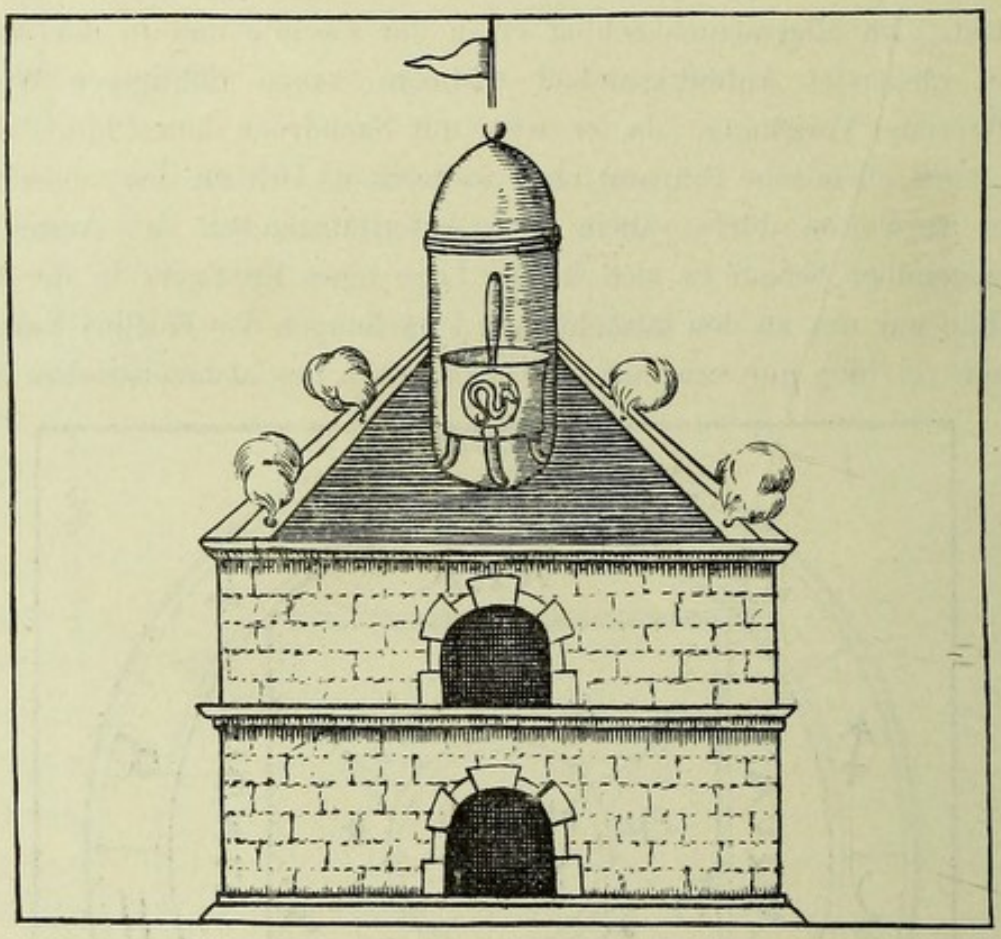
Elemente.

Von dem großen Stein der Uhralten, daran so viel tausend Meister anfangs der Welt hero gemacht haben (Fr. Basilii Valentini). (Straßburg 1651.)

Elementen, Schwefel und Quecksilber, auch noch ein drittes, das Salz befindet. Auch dieses Moment bildet einen Vergleich mit Paracelsus.

Wir haben nun eine ganze Reihe von Kenntnissen des Basilius Valentinus aufzuzählen und werden alsdann finden, daß gerade er ein ganz bedeutendes Verständnis von den Metallen besitzt.

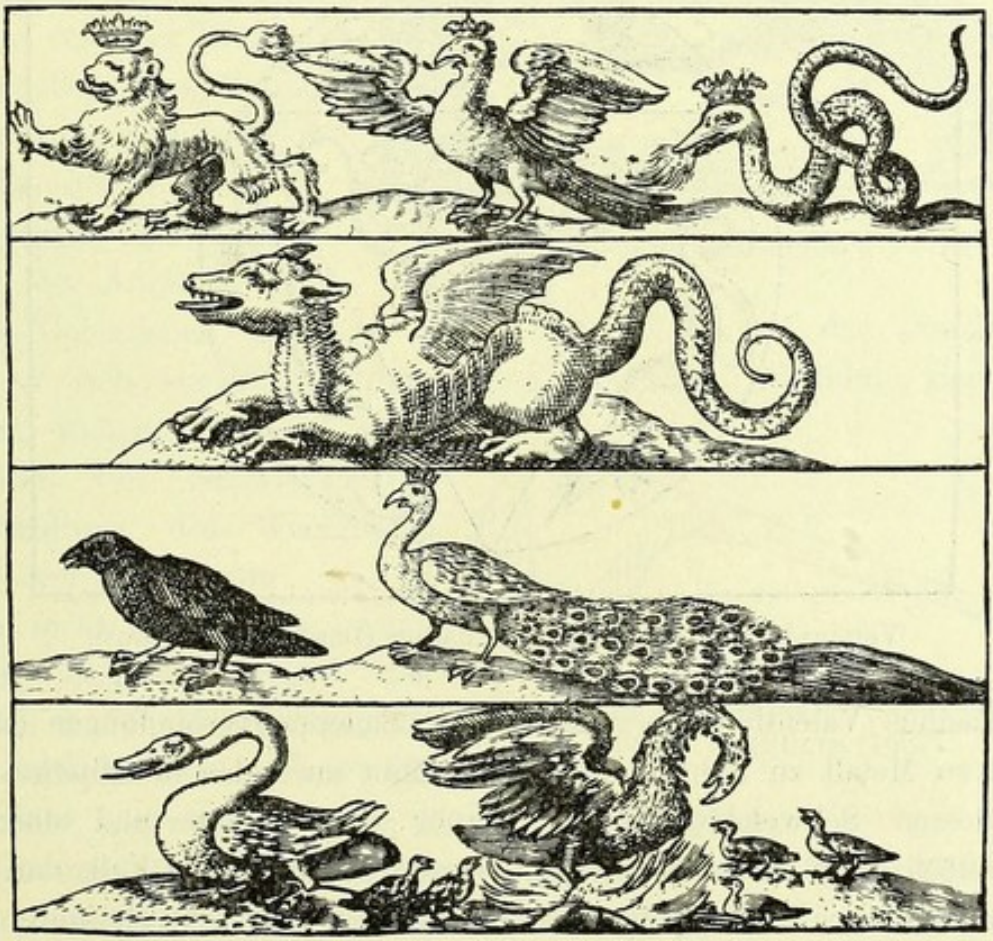
Über das Quecksilber äußert sich Basilius Valentinus (Letztes Testament, Straßburg 1651, S. 74 ff.) folgendermaßen: „Es sind vielerley art deß Quecksilbers. Der Mercurius auß dem Animalischen vnd Vege-



tabilischen ist nur ein fumus oder Rauch vnbegreifliches Wesens / es werde dann solcher Rauch gefangen / vnd zum Oel gebracht. (Siehe Abbild. S. 104.) Das Quecksilber aber auß den Metallen hat ein andere Eigenschafft / wie dann auch auß den Mineralien / Ob derselbe wohl auch einem Rauch zuvergleichen / so ist er doch begreifflich vnd lauffend / Aber es ist jederzeit ein Mercurius besser vnd edler denn der andere / dann der auß dem Golde ist der beste vnter den Metallen / darnach der auß dem Silber / vnd also fort an / wie dann ihre Salia vnd Schwefel auch vngleich sind / Unter den Mineralibus hat er auß dem ♃ den Preis / gleich wie der Sulphur auß dem Vitriol den Vorzug hat für anderen Mineralien.

Das Quecksilber der Metallen ist heiß vnd trocken / kalt vnd feucht / Denn es begreifft in sich alle vier Eigenschafften.

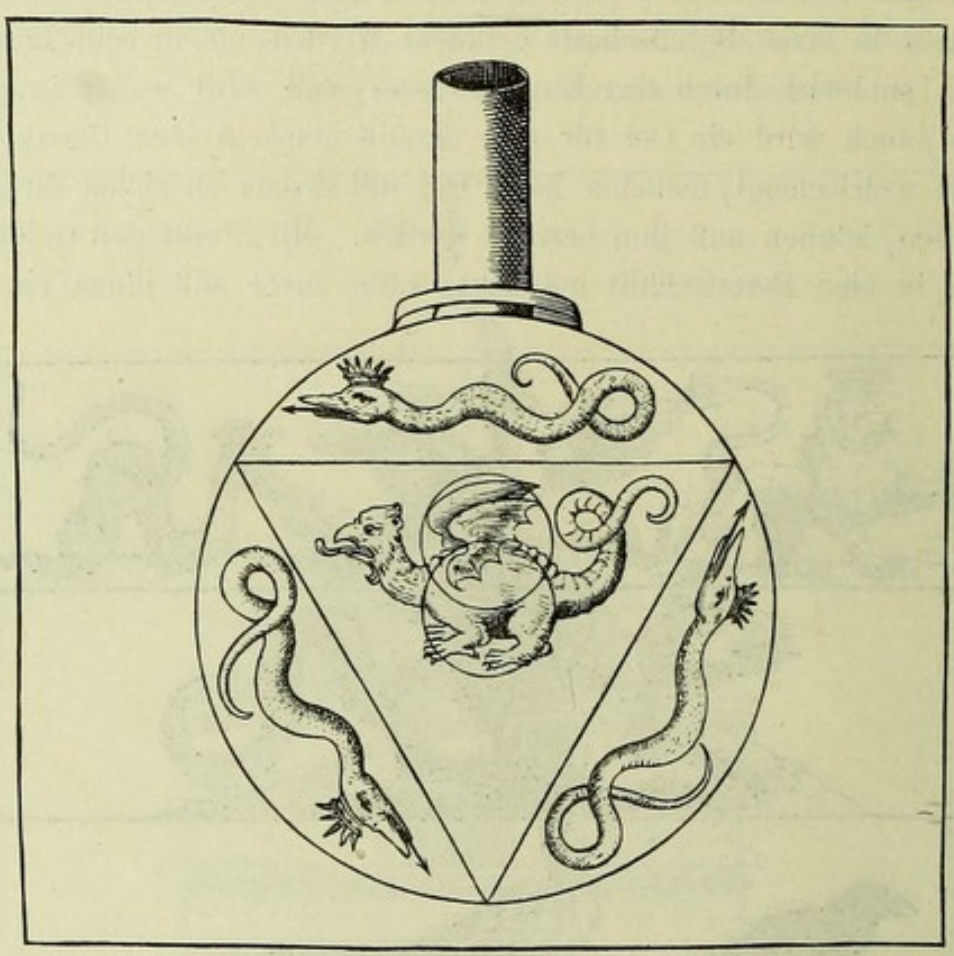
Es werden auß dem Quecksilber Wunder Artzneyen bereitet / vielerley Geschlecht / Form vnd Gestalten / Darumb erzeigen sich auch viel Tugenden auß ihm / vnd ist im Quecksilber das höchste Arcanum menschlicher Gesundheit mit verborgen / doch nicht rohe zu gebrauchen / Sondern muß zuvor in seine Bereitschafft gebracht werden / als in sein Essentiam. Er wird sublevirt durch das Kupfferwasser / vnd wird weiter in ein Oel gebracht / auch wird ein Oel für sich darauß gemacht ohne Corrosio / lieblich vnd wolriechend / mancher hand Oel mit Zusatz zu vielen dingen zugebrauchen / können auß jhm bereitet werden. Mit Zusatz deß Goldes wird er auch in eine Bereitschafft gebracht / wann zuvor auß jhnen ein Amal-



Alchemistische Sinnbilder (Basilius Valentinus).

ganea gemacht ist / Item ein praecipitat in einem Δ / darinnen er sich gantz grün / wie ein schöner Schmaragd oder Chrysolit solvirt / der flüchtige dienet äußerlich / allein es sey denn durch Mittel eine Scheidung getroffen / vnd er in einen subtilen klaren Liquorem vnd rohte brauen Pulver / mit ablegung seiner empfangenen Corrosio / zuvor gebracht werde / so kan er

sich auch beweisen. Der fixe aber innerlich / wie ich vermelde / Es wird auch das Quecksilber nach seiner reinigung mit dem Geblüt der Venerischen Eigenschafft praecipitirt vnd mit destillirten Essig wol abgesotten / zu benehmung seiner Corrosio / Nimb sein Gewichte in acht / vnd brauchs wie einem Artzte gebühret . . .“

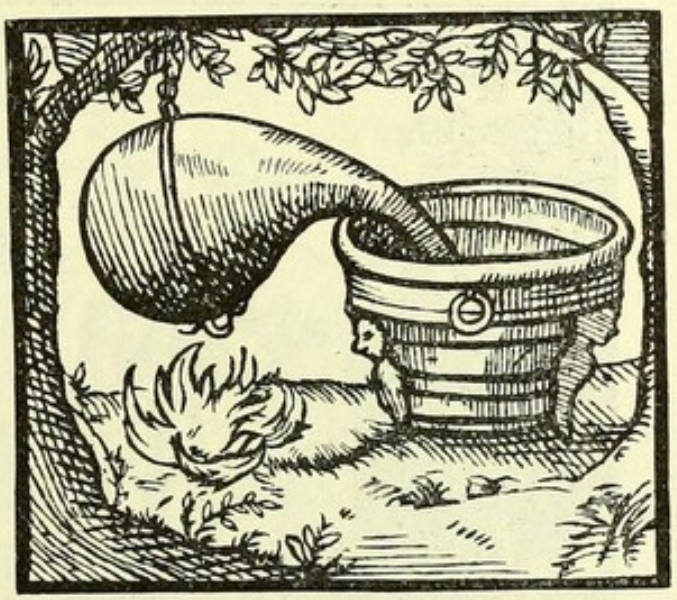


Versinnbildlichung einer Destillation (Basilius Valentinus).

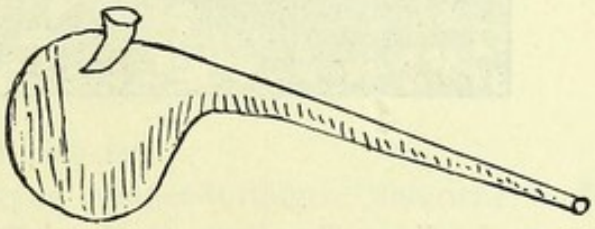
Basilius Valentinus verstand es, die Sauerstoffverbindungen des Arseniks zu Metall zu reduzieren, und erwähnt auch das metallische Arsen und dessen Schwefelverbindung, ferner das Wismut und das Zink. Quecksilber stellt er durch Destillation von Sublimat und Kalk dar. Von Salzen kannte er das salpetersaure Quecksilber, das schwefelsaure Eisen, das essigsaure Blei und das essigsaure Kupfer. Durch Auflösen von Gold in Königswasser und Fällen mit Kali bei Gegenwart von Salmiak erhielt er Knallgold und kannte dessen Explodierbarkeit. Sehr genau erforschte er verschiedene Antimonpräparate, welche er aus dem grauen Spiesserz gewann, so das metallische Antimon, den Goldschwefel und die Antimonbutter. Vielleicht die wichtigste seiner Entdeckungen ist die Gewinnung von Salzsäure aus Kochsalz und Schwefelsäure. Durch Säure

vermochte er aus alkalischen Lösungen, durch Alkalien aus Metallösungen Fällungen hervorzubringen.

Er beobachtete, daß Ätzalkalien sich in Alkohol lösen, und daß dieser sowohl mit Salpetersäure als auch mit Salzsäure Verbindungen eingeht, welche wir heute „Ester“ nennen. Nicht zu vergessen ist, daß Valentinus seine ausgebreiteten Kenntnisse zum ersten Male zu einer Art qualitativer Analyse der Metalle anwandte. Dieses sind die hauptsächlichsten Wahrnehmungen, und man kann wohl aus dem hier Mitgeteilten schließen, daß Basilius Valentinus ein ausgezeichneter Beobachter war, der nicht geringe Geschicklichkeit in der Ausübung chemischer Operationen besessen haben muß. Z. B. bei der Destillation suchte er sich vor Verlust durch eine möglichste Abkühlung der Vorlage zu sichern; bedenkt man, mit wie viel Schwierigkeiten die Erhaltung des Weingeistes damals verbunden war, so ist es ihm nicht zu verargen, wenn er der Unkosten wegen den Gebrauch der Spirituslampen, die zu damaliger Zeit schon hin und wieder angewandt wurden, für unzulässig erklärte.



(Basilius Valentinus, Straßburg 1651.)



Eine viel gebrauchte Retorte zur Zeit des Basilius Valentinus (1651).

Um uns von seinen phantastischen Aussprüchen einen Begriff zu machen, seien hier kleine Auszüge aus seinem letzten Testament (Straßburg 1651) wiedergegeben; auch sind die betreffenden Abbildungen diesem Buche entnommen und zwar die zwölff Schlüssel fratris Basilii Valentini, Ordinis Benedict. „Dadurch die Thüren zu dem vrhalten vnser Vorfahren eröffnet vnd der vnerforschliche Brunnen aller Gesundheit erfunden wird.“

„Die Krone des Königs soll von reinem Golde sein / und eine keusche Braut soll ihm vermählet werden. Darumb so du durch vnsre Cörper wircken wilt / so nimb den geitzigen grawen Wolff / so seines Namens

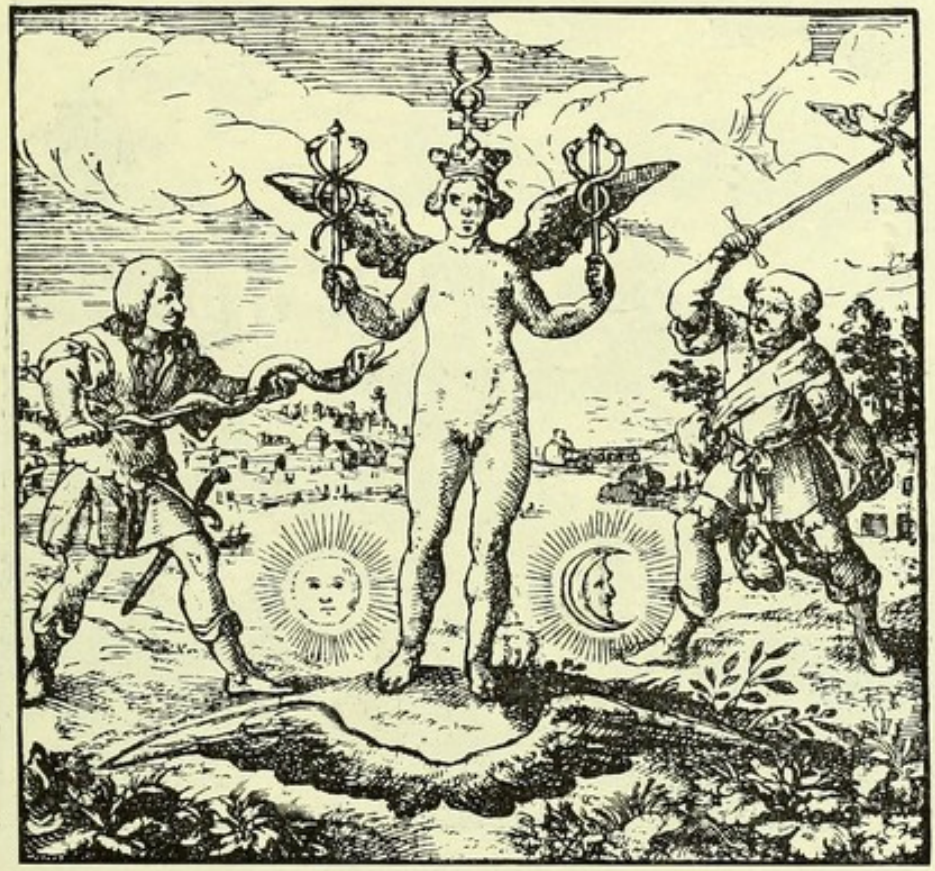
halben dem streitigen Matti vnterworffen / von Geburt aber ein Kind deß alten Saturni ist / so in den Thälern und Berge gefunden wird / und mit großem Hunger besessen / und wirff ihm für den Leib des Königs / daß er daran seine Zehrung haben möge / Und wenn er den König verschlungen /

Der erste Schlüssel.

so mach ein großes Feuer / und wirff den Wolff darein / daß er ganz und gar verbrenne / so wird der König wieder erlöset werden / Wenn das dreymal geschieht / so hat der Löwe den Wolff überwunden / vnd wird nichts mehr an ihm zu verzehren finden / so ist dann unser Leib vollkommen zum Anfang vnseres Wercks . . .“

„Also wenn unser Bräutigam Apollo mit seiner Braut Diana durch Heyrath soll vermählet werden / müssen ihnen zuvor auch mancherley Kleydung bereitet / vnd ihre Häupter und ganzer Leib mit Wasser wol gewaschen werden / welche Wasser du durch vielfältige Manier der Destillirung zu bereiten erlernen must / Denn sie sind sehr ungleich / etliche hoch / etliche gering / darnach man derer bedurfftig ist / gleich wie ich von den vielfältigen Getränken gesagt habe / und wisse / wenn die Feuchtigkeit der Erden auffsteiget / und der Nebel auffgezogen wird / gibt es sich in

der höhe zusammen / vnd fällt durch seine Schwere nieder / dadurch dem Erdreich seine verlohrne Feuchtigkeit wieder gegeben wird / . . . . . Zum Beschluß dieses Sermons sage ich dir in aller Wahrheit / daß man das überköstliche Wasser / dadurch der Bräutigam sein Bad habe soll / von



Der zweite Schlüssel.

zweyen Fechtern (verstehe von zweyen minderwerthigen Materien) muß gantz klüglich vnd mit großer Sorgfältigkeit gemacht werden / Denn ein Kämpffer muß den andern forttreiben / damit sie zum streit geschickt werden / vnd Ritterschafft erlangen können / Denn es ist dem Adler nicht nütze / daß er sein Nest alleine in das Alpegebuerg mache / denn seine Jungen müssen erfrieren von wegen deß Schnees / so sich zu oberst der Berge gesetzt . . ."

„Also wer da vnsern vnverbrennlichen Schwefel aller Weisen bereiten will / der nehme zuvor achtung für sich / daß er vnsern Schwefel suche in einer / da er vnverbrennlich innen ist / welches nicht geschehen kann / es habe dann das versaltzene Meer den Leichnam verschlungen / vnd auch gantz vnd gar wider von sich außgeworffen / alsdann erhöhe ihn in seinem Grad / auff daß er alle andere Sternen des Himmels in seiner Klarheit weit übertreffe / vnd in seinem Wesen so blutreich worden / wie

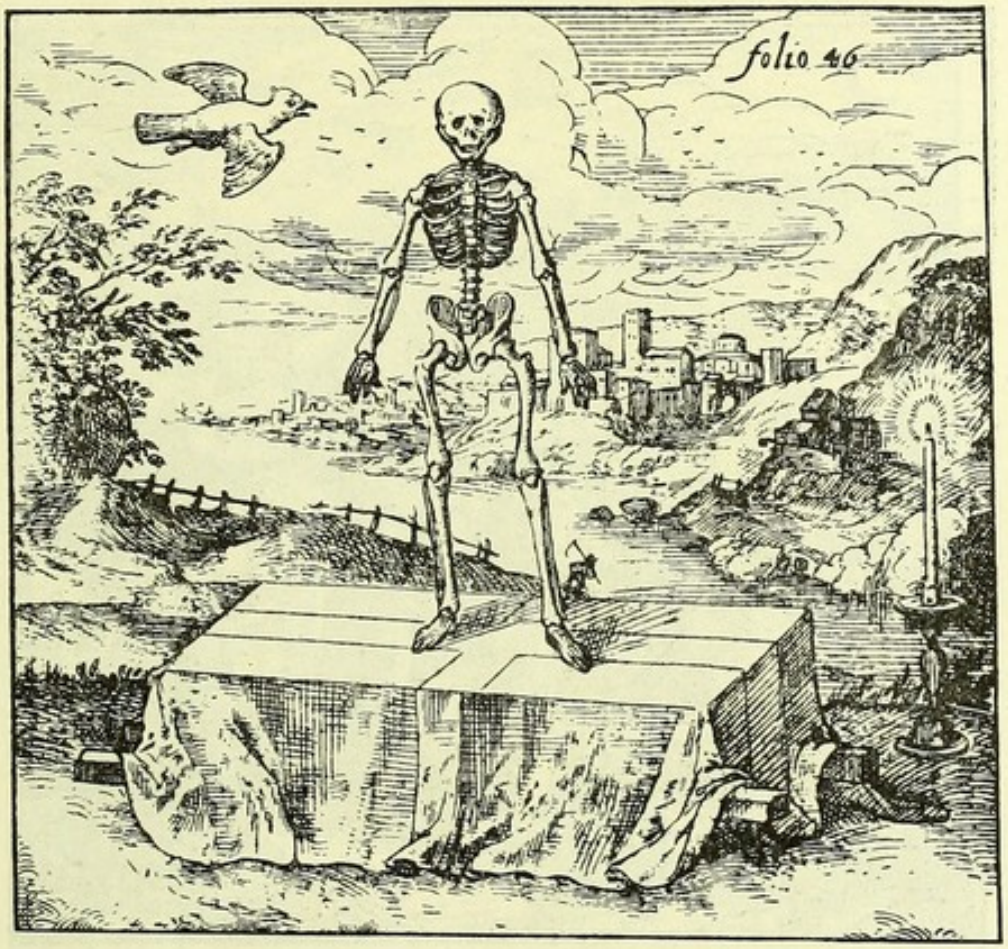
der Pelican / wenn er sich in seine Brust verwundet / alsdenn ohne Kränkung seines Leibes / seiner Jungen viel ernehret / und von seinem Blut speisen kan / Das ist die Rose unserer Meister / von Farbe deß Scharlachs /

Der dritte Schlüssel.

vnd das rohte Drachen-blut von vielen geschrieben / Auch der Purpurmantel deß höchsten Gebieters in vnser Kunst / damit die Königin deß Heyls bedecket wird / vnd dadurch alle dürfftige Metallen können erwärmet werden. Diesen Mantel der Ehren verwahre wol mit dem astralischen Saltze / welches diesem himmlichen Schwefel nachfolget / auff daß ihm kein Vnfall begegne / vnd die fliegende Krafft deß Vogels theile ihm mit / so viel ihm vonnöthen / so wird der Hane den Fuchs fressen / demnach im Wasser ertrincken / durchs Fewer lebendig werden / vnd wieder vom Fuchs gefressen werden / auff daß gleich vnd vngleich verglichen werden.“

Alles Fleisch geboren auß der Erden muß zerstöret / vnd wider zu Erden werden / wie er zuvor auch Erden gewesen / Alsdann gibt das jrdische Saltz eine newe Geburt durch die Himmlische Erweckung / Denn wo erstlich kein Erden wird / da kan auch kein Aufferstehung folgen in vnserm Werk / Denn in der Erden stecket der natürliche Balsam / und das Saltz derer / so da gesucht haben die Wissenschaft aller Dinge. Wenn Aschen

vnd Sand durch das fewer wol gezeitigt vnd gar gekocht werden / so macht der Meister darauß ein Glaß / das da im fewer hernacher immer bestehet / vnd an der Farbe einem durchsichtigen Steine gleich / vnd vor



Der vierdte Schlüssel.

keine Aschen mehr wird erkannt / das ist dem Vnwissenden eine große geheime Kunst / dem wissenden aber nicht / denn es ist ihm durch die Wissenschaft vnd offter Erfahrung zu einem Handwerk worden . . ."

Das Leben in der Erden bringt alles herfür so auß ihr wächst / vnd welcher da sagt die Erden sey todt / der redet kein Wahrheit / denn ein Todtes kan einem Lebendigen nicht mitteilen / vnd der Zugang hat bey dem Todten ein Ende / denn der Geist des Lebens ist geflogen / Darumb ist der Geist das Leben vnd Seele der Erden / welcher in ihr wohnet / vnd vom Himmlischen vnd Syderische in das jrdische seine Wirkung emphähet / Den alle Kräuter / Bäum vnd Wurtzeln / auch alle Metallen vnd Mineralien empfange ihre Krafft / Zugang vnd Nahrung aus dem Geist der Erden / . . . . Zweyen widerwertige Geister wohnen wol bey einander / vertragen sich aber nicht leichtlich zusammen / Denn da das Büchsenpulver angezündet wird / fliegen die zweyen Geister / daraus das Pulver gemacht

worden / mit einem großen Gethöne und großer Stärke von einander / vnd fliegen in die Lufft / daß sie niemandte mehr erkennen kann / vnd niemandte sagen kann / wo sie hinkommen / oder was es gewesen / so man

Der fünffte Schlüssel.

nicht durch Erfahrenheit innen worden / was es für Geister gewesen / vnd in welchem Wesen sie gesteckt weren . . .“

„Ein Mann ohn ein Weib / ist ein halber Leib / vnd ein Weib ohn ein Mann ist gleichfalls für einen halben Leib zu achten / denn sie können allein keine Frucht erwecken / Wenn sie aber in Ehelicher Beywohnung beysammen leben / so ist der Leib vollkommen / vnd kan durch ihren Samen eine Vermehrung folgen . . .

Ein zweyfacher fewriger Mann muß mit einem weißen Schwane gespeiset werden / die müssen zusammen sich ertödten / vnd zugleich wiederumb lebendig gemacht werden / vnd die Lufft von den vier örtern der Welt / muß drey theyl der beschlossenen Wohnung des fewrigen Mannes besitzen / auff daß der Schwanen Gesang kann Gehör haben / sein Valete zu musiciren / so wird der gebratene Schwan eine Speise seyn deß Königs / vnd der fewrige König wird die liebliche Stimme der Königin

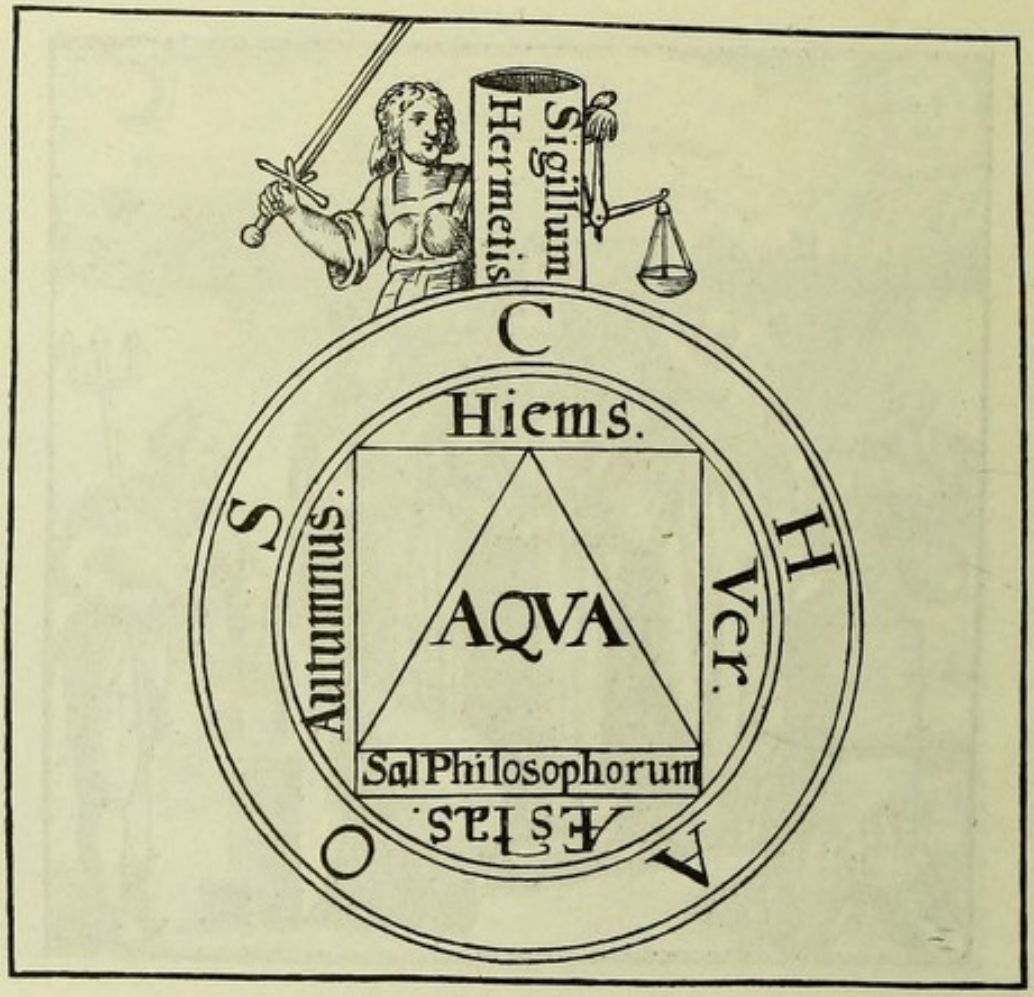
sehr lieben / vnd wegen großer Liebe freundlich zu sich nehmen / vnd sich an jhr sättigen / biß sie beyde verschwinden / vnd in einem Leib eingehen . . ."

Der sechste Schlüssel.

„Dje natürliche Wärme erhält den Menschen beym Leben / denn so die natürliche Hitze abgewichen / so hat das Leben ein Ende.

Das natürliche fewer / so es mäßig gebraucht wird / ist ein Schutz für der Kälte / die überflüssigkeit aber derselben bringet Zerstörung. Es ist nicht notwendig / daß die Sonne corporalisch / oder leibhafftig mit ihrer gantzen Substantz das Erdreich berühre / sondern ist genugsamb / daß sie von fernen durch ihre radios vnd Strahlen so durch die reflexion, wenn sie auf das Erdreich fallen / gestärket werden / das ihre thue / denn durch solche mittel hat sie efficaciam gar genugsam / ihr Ampt zu verrichten / vnd alles durch ihre Kochung zu zeitigen / Dann durch die ferne Lufft werden die Strahlen der Sonnen in ein Temperament gebracht / daß also durch Mittel der Lufft das fewer / als durch hülffe der Lufft / vnd die Lufft durch Hülffe des fewers wirken kann.

Erden kan ohne Wasser nicht gebähren / vnd Wasser kan ohne die Erden auch nichts allein erwecken / Wie nun Erden vnd Wasser eins deß andern nicht kan entrathen zur Gebährung der früchte / Also wenig auch



Der siebente Schlüssel.

kan das fewer der Lufft / und die Lufft des fewers ohne seyn / Denn ohne Lufft kan kein fewer Leben haben / vnd ohne fewer kan die Lufft ihr rechte Wärme und Trockenheit nicht erzeigen . . .“

„Alles Fleisch es sey Menschliches oder auß Thieren / kan keine fernere Vermehrung vnd Fortpflanzung bringen / es gestehe den anfangs durch die Feulung / Auch der Same deß Ackers / vnd alles so dem Vegetabilischen unterworfen vnd zugetan / kan zu keiner Vermehrung kommen / denn durch die Feulung / vnd werden auch viel Thiere und Gewürme in ein Leben erwecket / allein auß der bloßen Fäule ihr lebende Krafft vnd Würckung erzeigen / welches billich ein Wunder über Wunder der Natur mag erkandt werden / Doch hat solches die Natur zugelassen / dieweil ihr solche lebendige Vermehrung vnd Erweckung ihres Lebens am meisten der Erden gefunden / vnd durch die andern Element durch spiritualischen Samen derogestalt erwecket wird.

Dieses mit Exempeln zubeweisen / weiß das Weib deß Dorffmans am besten / denn sie kan keine Hennen zur Haußhaltung ziehen / es geschehe denn durch die Faulung deß Eyes / darauß das Hünlein geboren wird. So

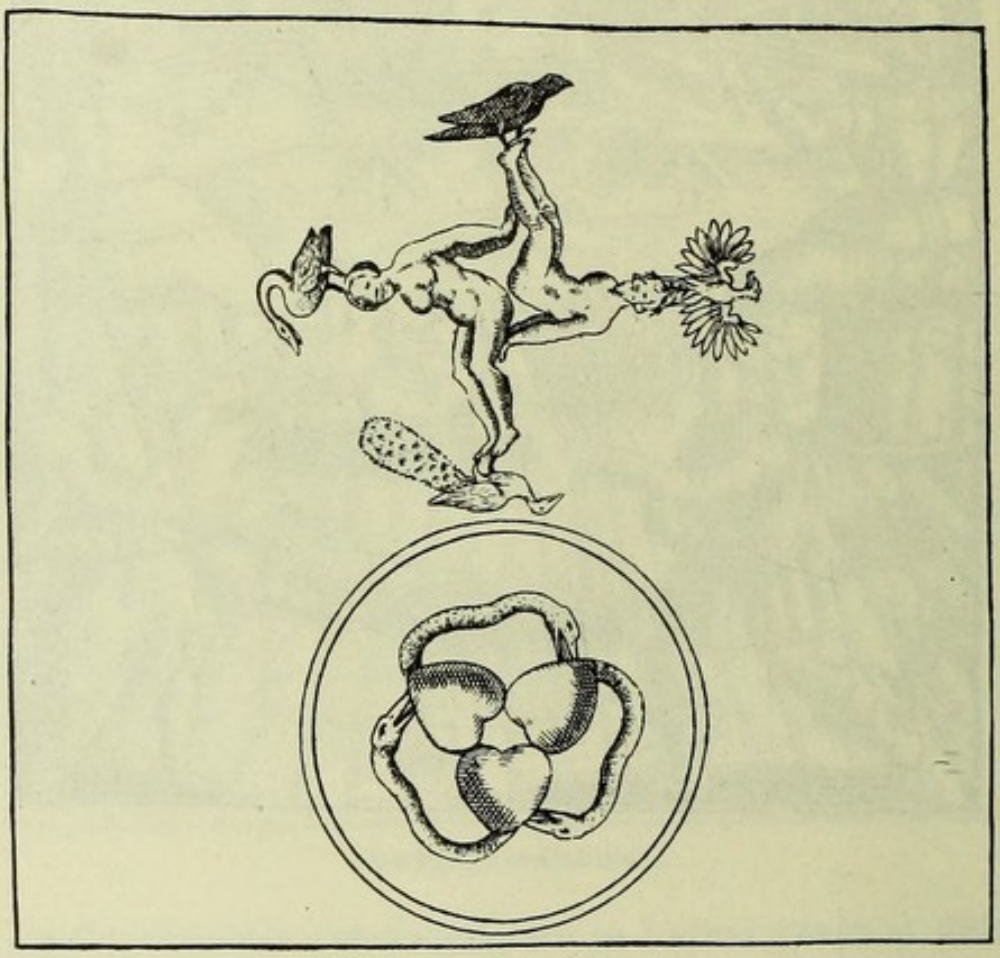
Der achte Schlüssel.

das Brodt in Honig kompt / so wachsen Ameisen darinnen / welches auch ein sonderlich miraculum naturae für andern ist.

Der Bawersmann sehet auch / daß auß stinckendem Fleisch Maden wachsen / in Menschen / Roß / vnd anderer Thiere Leiber / Wie denn auch in Nüssen / Apffel / Birn vnd dergleichen / Spinnen / Würme / vnd was es mehr ist / Vnd wer kan die vielerley art vnd Geschlecht der Würmer erzehlen / so auß der bloßen Fäulung wachsen . . ."

„Der höchste Planet deß Himmels / Saturnus genanndt / hat in vnser Meisterschafft die geringschätzigte authorität / vnd ist gleichwol der fürnembste Schlüssel der gantzen Kunst / ist aber auff die niedrigste Staffel gesetzt / vnd kleinestes ansehen vnserer Kunst zugeordnet / ob er auch wol durch seinen schnellen flug sich in die höchste Höhe über alle Liechter auffgeschwungen hat / so muß es doch in Abschneidung seiner federn / biß zu der allerniedrigsten scheinung gebracht / vnd durch seine

Verderbung in Verbesserung kommen / damit schwartz in weiß / vnd weiß in roth gebracht werde / auch durch den Lauff der gantzen Welt farbe / die andern Planeten durchlaufen / biß zu der überigen Hofefarbe deß Triumphirenden Königes / Vnd sage also ob Saturnus für aller Welt geringschätzig angesehe / vnd für geringschätzig geachtet wird / so hat er doch solche Krafft vnd Stärcke in sich / daß / wo sein herzlich's Wesen /

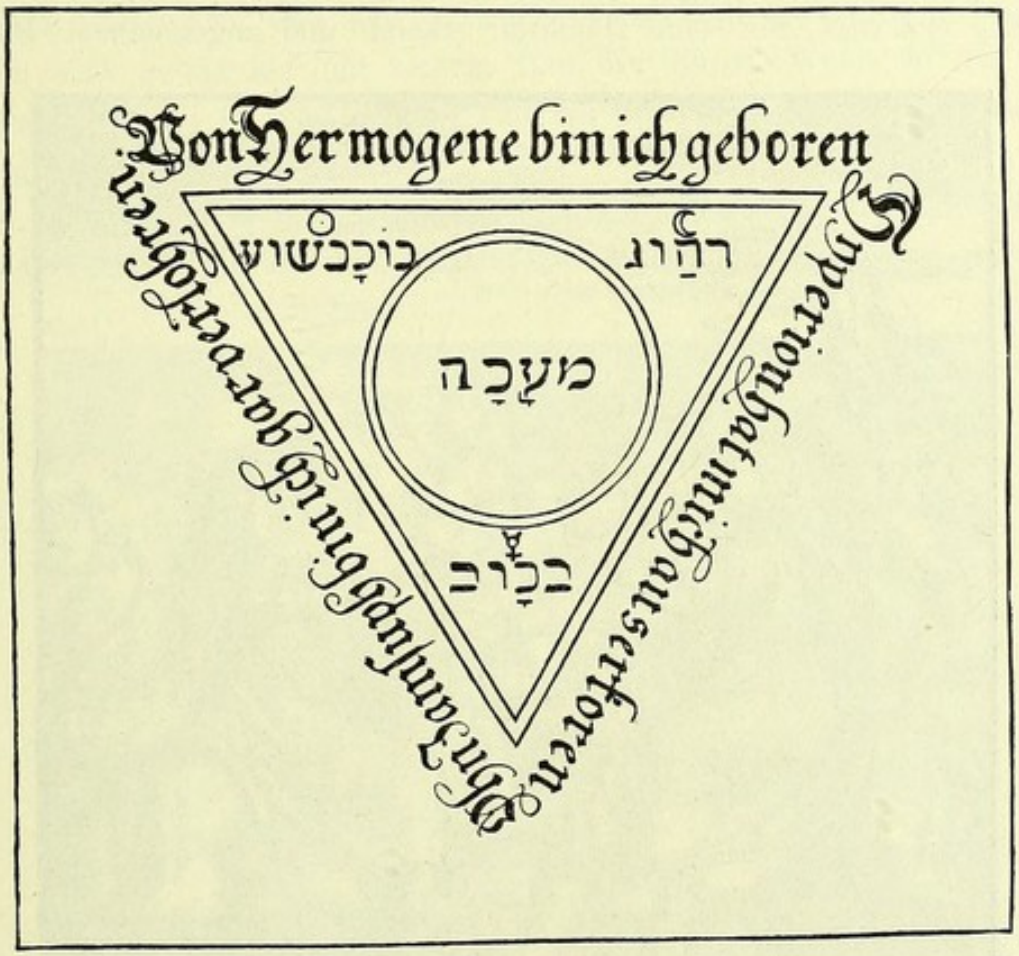


Der neundte Schlüssel.

ist über alle massen eine vnbegreiffliche Kälte in da laufende fewrige Metalische Corpus getrieben wird / daß solchem das laufende Leben kan benommen / vnd zu einem solchen schmeidigen Leibe werden / wie Saturnus selbste ist / doch viel einer besseren Beständigkeit vnterworffen / welch Veränderung auß Mercurio, Sulphure vnd Sale jhren Ursprung / Anfang und gewisses Ende hat . . ."

„In vnseren Stein durch mich vnd lang für mir gemacht / sind beschlossen alle Elementa / alle Mineralische vnd Metallische Gestalten / ja alle qualitative vnd Eigenschafften der gantzen Welt / denn ihm muß gefunden werden die allergrößeste vnd gewaltigste Hitz / Denn durch sein großes innerliches fewer wird der kalte Leib des Saturni erwärmet / vnd durch

solche Entzündung in das allerbeste Gold verändert / Es muß in ihm auch gefunden werden die allergrößeste Kälte / dieweil durch seinen Zusatz gemildert wird der hitzige Grad Venus, vnd lebendige Mercurius coagulirt wird / vnd gleicher massen durch seine erstarrung zu gutem beständigen Gold werden muß / die Vrsach desselbigen ist / daß alle solche Eigenschafften vnserer Materia deß großen Steins durch die Natur eingegossen



Der zehende Schlüssel.

ist / Welche Eigenschafften durch die gradus ignis außgekocht vnd gezeitiget werden müssen / biß sie die allerhöchste Vollkommenheit erlangt haben / welches ehe nicht geschieht / es habe denn den Berg Aethna in Sicilia außgebrand / vnd gar keine Kälte mehr an dem gedichten hohen Gebirge Hipperboreos gefunden wird / welchen Ort man auch Filictum nennen mag . . . Hierzu sage ich also: Wenn dein Erdreich in seinem eigenen Wasser aufgelöset ist / so trockne das Wasser durch das gebürliche fewer gantz und gar aus / so wird die Lufft einem Leben anblasen / vnd wenn das Leben wider leibhafft gemacht / so haste eine Materia / so rechtswegen keinen andern Namen haben kan / denn der Große Stein der

Welt / welcher Menschliche vnd Metallische Leiber durchgehet / wie ein Geist / ist ein Universal Medicin ohne mangel . . .“

„Den Eylfften Schlüssel der Vermehrung unsers großen Steins / will in dir durch ein Gleichniß also fürhalten vnd kundbar machen.

Es wohnete im Morgenlande ein herzlicher Ritter / Orpheus genanndt / der war an Gut überaus reich / vnd an allen Vermögen sehr mächtig / der hatte seine liebliche vnd natürliche Schwester / Euridice genandt / zu der Ehe erwehlet / für seine Haußfrau erkandt und angenommen / Dieweil

Der eylffte Schlüssel.

er aber keine Erben mit Ihr überkommen möchte / vnd der Sünde Vrsach zumaß / daß er seine Schwester zum Weib erwehlet hatte / lag er mit embzigen Anhalten dem Höchsten stätig für Ohren / vnd durch Bitte zu erlangen / ob er ihm Segen verleihen wolte / seiner Bitte Genügen zuvergönnen.·

Vnd in dem er einsmals mit einem sehr tieffen Schlaff vmbgeben vnd eingenommen war / da kam im Traum ein fliegender Mann zu ihm / Phoebus genandt / der griff vnd rühret seine Füße an / die waren sehr

warm / vnd sprach zu ihm: . . So hat mir der Vater im Himmel befolen / dir anzuzeigen / daß dein Bitt Gehör vnd Verstattung bey ihm erlangt hat / darumb solt du nemen das Blut auß deiner rechten Seiten / vnd das Blut auß deiner lincken Seiten deines Weibs / auch das Blut / so deinem Vatter vnd deiner Mutter in ihren Hertzen gesteckt sind / natürlich Rechts nur zweyerley / vn doch nur einerley Blut / die vereinige zusamen / vnd laß sie alsdenn wiederumb eingehen in die Kugel der siben weisen Meister / gantz bloß beschlossen / so wird der geborne Großmächtige gespeiset mit seinem Fleisch / vnd geträncket mit seinem Blut der Ehren / Wenn du das recht machest / so wirst du viel erben / vnd ein vnzehlige Schaar / von deinem Leib geboten / hinterlassen . . ."

„ . . . Also wer gleich eine Tinctur durch Verleihung allmächtiges Segens erlanget vnd überkomen hat / vnd daneben nicht wissen wird zu-

Der zwölfte Schlüssel.

gebrauchen / eben solchen zuhelffen seign wird / wie von Fechtern erzehlet / so sein Schwerdt ihm in die Hand gegeben / nicht zugebrauchen weiß. Dieweil aber dieses der Zwölffte / vnd als mein letzter Schlüssel / zu end-

licher Absolvirung meines Buches ist / will ich dich zwar weiter gar in keine Philosophische verblümte noch figürliche Rede führen / sondern ohne einigen Defect diesen Schlüssel der Tinktur / mit vollständigem wahrhafftigen Proceß offenbahren / Vnd darumb gehorche meiner nachfolgenden Lehre also:

Wann die Medizin vnd zugerichter wolbereiter Stein aller Weisen / auß der rechten Jungfrauen Milch gemacht worden / vnd vollständig bereitet ist / so nimb derer ein Theil / deß allerbesten vnd feinesten Goldes / durch den Antimonium gegossen / vnd pugire drey theil / das schlage gantz dünne / als immer möglich ist zu schlagen / Thue es zusammen in ein Geschirr / da man Metallen in zu schmelzen pflegt / gib ihm anfänglich ein gelindes subtil fewer 12 Stunden / alsdenn laß fließen drey Tag vnd Nacht contimè / so ist das purgirte Gold vnd Stein zu lauter eytel Medicin worden / gantz subtiler spiritualischer vnd durchdringer Eigenschafft / Denn ohne ferment deß Goldes kan der Stein nicht wol wircken / oder seine Tinctur erzeigen / denn es zu subtil vnd durchdringend / So es aber mit seines gleichen fermentirt vnd versetzt wird / alsdann hat die gemachte Tinctur einen Eingang oder Ingreß erlanget in das ander zu wirken / Nimb alsdenn deß zugerichten ferments ein Theil auff tausendt theil einflosse deren Metall / so du tingiren wilt / so wisse in der höchsten aller Welt Wahrheit vnd Rede . . .“

Dieselbe Unsicherheit, welche über des Basilius Valentinus Persönlichkeit herrscht, hat sich auch über viele seiner Schriften verbreitet, obgleich über die hauptsächlichsten hinsichtlich ihres ungefähren Datums kein Zweifel ist. Am wichtigsten für die Chemie sind unter den als ihm zugehörig anerkannten Schriften:

„Triumphwagen des Antimonii (Currus triumphalis antimonii)“, „Von dem großen Stein der uralten Weisen (de magno lapide antiquorum Sapientium)“, „Letztes Testament (Testamentum ultimum)“.

Unter den Zeitgenossen Agricolas tobte der Kampf für und wider die Lehrmeinungen des Paracelsus. Die neue Lehre hatte im Anfange entschieden kein Glück; dieses hatte wohl vornehmlich darin seinen Grund, daß dieselbe in die Hände von Leuten geriet, die ihrem Meister nur seine Äußerlichkeiten abgesehen hatten, die phrasenreiche Redeweise und Prahlerei. Natürlich war von einer Liebe zur Natur, wie sie Paracelsus besaß, absolut keine Rede. Es sind nur die Namen von Abenteurern, von wissenschaftlichen Proletariern schlimmster Art, die hier zu nennen wären. Besonders möge ein gewisser Leonhard Thurneysser erwähnt werden, der als Goldmacher die Lande durchzog und vergoldete

Bleistäbe für echtes Metall ausgab, daneben aber Bücher über Paracelsus' Lehre schrieb. Für die Chemie hat derselbe nichts von einiger Bedeutung geleistet. Sein verunglücktes Auftreten als Adept bringt ihm einen Platz unter den schwindelhaften Alchemisten ein.

Eijn Venus Jagt ist angestallt
Fängt der Hund / so wird nicht alt
Der Haaß jetzo / das sag in zwar /
Das wird Mercurius wohl gewahr /
Dann wann Venus beginnt zu rasen /
So macht sie grausam viel Hasen.
Drumb Mars bewahr mit deinem Schwerdt /
Daß Venus nicht zur Huren werd.

(Fr. Basilii Valentini / Von der grossen Heimlichkeit der Welt / vnd ihrer Artzney / dem Menschen zugehörig.)

Das wüste Treiben von Männern seines Schlages, die durch rücksichtslose Anwendung von giftigen Präparaten als Arzneien großes Unheil stifteten, lässt es begreiflich erscheinen, daß man ihrem Unwesen durch gesetzliche Mittel zu steuern suchte; dies geschah z. B. durch das Verbot des Pariser Parlaments, Antimonpräparate zu verordnen, sowie durch das

Verdammungsurteil, welches die medizinische Fakultät zu Paris gegen jeden derartigen Neuerungsversuch in der Heilkunde schleuderte.

Zu der Schule des Paracelsus gehörten aber auch Männer, die wissenschaftlich auf einer hohen Stufe standen und nicht mit allen Lehren ihres Meisters einverstanden waren, sondern vielmehr kritisch an dieselben herantraten und in besonnener Weise das Gute daraus auszuwählen suchten. Wir hätten hier als Iatrochemiker dieser Art am Ende des 16. und zu Anfang des 17. Jahrhunderts vorzugsweise zu nennen: Turquet de Mayerne und Libavius, ferner Oswald Croll und Adrian von Mynsicht. Wenngleich dieselben teilweise Zeitgenossen van Helmonts waren, so bildeten sie den Übergang von Paracelsus zu diesem bedeutenden Manne und haben für die Chemie manches Gute geleistet.

Turquet de Mayerne wurde 1573 geboren und wirkte später als Arzt in Paris, konnte sich jedoch, weil die Antimonpräparate, die er für unentbehrlich hielt, von dem Pariser Parlament in den Verruf erklärt wurden, nicht mehr unter seinen dortigen Kollegen halten, weshalb er es vorzog, nach England überzusiedeln und die Stellung als Leibarzt des Königs anzunehmen, wo er im Jahre 1655 in London starb. Infolge seiner gediegenen Kenntnisse auf dem Gebiete der Chemie konnte er für die rationelle Anwendung chemischer Heilmittel erfolgreich wirken, ohne in die Übertreibungen des Paracelsus zu verfallen oder anderseits alle Arzneien der Galenischen Schule zu verwerfen.

Von seinen Schriften ist vorzugsweise die „Pharmacopoea“ nennenswert, da sie an Beobachtungen überaus reichhaltig ist.

Oswald Croll, aus Hessen gebürtig, stand später in anhaltischen Diensten und starb 1609; in seiner „Basilica chymica“ 1608 verteidigte er die Paracelsische Lehre mit großer Wärme; seine Unterstützung derselben war auch insofern von Erfolg begleitet, als er im Besitze bedeutender Kenntnisse in der Chemie war und sich auf die Bereitung sehr wirksamer Arzneien verstand. Von den neuen Präparaten sind hauptsächlich das schwefelsaure Kali und das Bernsteinsalz zu nennen; dieselben haben ihre Anwendbarkeit vollständig bewährt und sind heute noch im Gebrauch.

Adrian von Mynsicht, Leibarzt des Herzogs von Mecklenburg, war in ähnlicher Weise wie der eben besprochene Gelehrte tätig; auch er besaß gediegene Kenntnisse, und sei an dieser Stelle sein „thesaurus et armamentarium medico-chymicum“ 1636 rühmlichst hervorgehoben. In dieser Schrift bespricht er ebenfalls die Paracelsischen Heilmittel, ohne jedoch den Galenischen Medikamenten ihre Wirkung gänzlich abzusprechen.

Turquet de Mayerne.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Zu vielen Mitteln, die für unsere Geschichte ohne Belang sind, gesellen sich auch solche, die ihren Ruf heute noch bewähren, und zu diesen gehört vor allem der Brechweinstein.

Die eben erwähnten Gelehrten verteidigten nicht nur die richtigen, sondern auch die falschen Ansichten des Paracelsus, weil sie glaubten, wenn sie sich von letzteren lossagten, würde das ganze System fallen; die Wissenschaft stand infolgedessen viel besser bei der Gegenpartei, umsomehr fast alle geschulten Ärzte ihr angehörten. Im Bunde mit diesen waren die großen Hochschulen der damaligen Zeit, auf denen, wie schon oben erwähnt, ex cathedra der Bann gegen die medizinische Chemie des Paracelsus geschleudert wurde.

Erwähnenswert unter den deutschen Gegnern der Iatrochemie ist *Thomas Lieber*, genannt Erastus, welcher sowohl die theoretischen Anschauungen des Paracelsus, wie auch besonders seine Heilerfolge aufs lebhafteste bestritt. Er erklärte, Schwefel, Salz, Quecksilber seien keine Elemente, und behauptete in seinen Disputationen über die neue Heilkunde des Paracelsus, er habe dessen chemische Mittel geprüft und gefunden, daß ihre Wirkung nur anfangs eine scheinbar günstige sei, daß sie dann aber stärkere Rückfälle, ja sogar den Tod zur Folge hätten. Daß diesen Anschauungen die meisten damaligen Ärzte beipflichteten, bedarf wohl keiner Frage; die Sache der medizinischen Chemie wäre sicher verloren gegangen, wenn ihr nicht in Andreas Libau, latinisiert Libavius, ein Retter erstanden wäre. Mit ihm beginnt eine aufsteigende Entwicklungslinie der Chemie als Wissenschaft, denn Libavius führte ihr das Hauptmoment einer solchen zu; bei ihm finden sich die Anfänge einer Kritik.

Andreas Libau, genannt Libavius, wurde zu Halle geboren, studierte Medizin und Chemie, ließ sich in seiner Vaterstadt als Arzt nieder, ging jedoch bald darauf nach Jena, um sich dem Geschichts- und Sprachstudium zu widmen. Libau fesselt durch seine kritische Stellung gegenüber den groben Verirrungen der Paracelsischen Schule, namentlich auch durch mancherlei neue Beobachtungen, welche er der Chemie zugeführt hat, in hohem Maße unsere Aufmerksamkeit. Man kann Libavius wohl als ersten Chemiker bezeichnen, der den Geheimmittelschwindel energisch bekämpfte. Nachdem er von 1591 bis 1607 als angesehener Arzt und Leiter der lateinischen Schule zu Rothenburg a. d. Tauber mit großem Erfolge tätig war, wirkte er hierauf als Direktor des Gymnasiums zu Koburg, in welcher Stellung er im Jahre 1616 starb. Dank seiner wissenschaftlichen Ausbildung verstand Libavius den Einfluß, welchen die Chemie auf die Medizin üben sollte, besser zu würdigen als alle seine Zeitgenossen. Er nahm

hier eine vermittelnde Stellung ein zwischen Paracelsus' Anhängern und Gegnern; letztere wollten die Chemie aus der medizischen Wissenschaft ganz verbannen. Trotz seiner gründlichen Bildung war Libavius doch nicht frei von allen Vorurteilen seiner Zeit; ja er glaubte noch fest an die Möglichkeit der Metallverwandlung, namentlich an die Veredelung der unedlen Metalle in edle und an die Wirksamkeit des trinkbaren Goldes. Für die Chemie erwarb sich Libavius ein wirkliches Verdienst durch die Abfassung eines Lehrbuches, welches unter dem Titel „Alchymia" 1595 erschienen ist und die wichtigsten Tatsachen und Lehren unserer Wissenschaft enthielt. Seine übrigen Schriften, in denen er teils die oben gedachten Mängel der Paracelsischen Schule bekämpfte, teils neue chemische Beobachtungen niederlegte, sind kurz vor seinem Tode in drei Bänden unter dem Titel „Opera omnia medicochymica" erschienen.

Was nun seine Entdeckungen in der Chemie betrifft, so waren dieselben vermöge seines Beobachtungstalentes sehr zahlreich; bei Libavius findet sich zuerst die Methode, aus Schwefel eine Säure darzustellen, die er mit einer solchen aus Vitriol oder Alaun bereiteten als identisch bezeichnete. Durch Destillation des Quecksilbersublimats mit Zinn stellte er das Doppel-Chlorzinn dar, welches nach ihm „spiritus fumans Libavii" benannt wird.

Als bemerkenswert sei hervorgehoben, daß Libavius lebhaft für die Errichtung von chemischen Laboratorien eintrat, in denen wissenschaftliche Arbeiten ausgeführt werden sollten. Außer dem oben schon erwähnten Werke seien seine anderen Schriften, wie „Praxis alchymiae 1605" — „Ars probandi mineralia 1597" — „De judicio aquarum mineralium 1597" genannt.

Wir kommen nun zu einem Gelehrten, der Libavius sehr ähnelt, es ist *Angelus Sala*. Über sein Leben fehlen genauere Nachrichten. In Vicenza gebürtig, mußte Sala diesen Ort, sein Vaterland, wegen Religionsangelegenheiten verlassen; er ließ sich zuerst als Arzt in Zürich nieder, später im Haag. Hierauf nahm er die Stelle eines Leibarztes des Grafen von Oldenburg an, die er nach einiger Zeit mit der beim Herzog von Mecklenburg (1625) vertauschte.

Bezüglich seiner chemisch-medizinischen Ansichten heben wir zunächst hervor, daß er gegen die Existenz einer Universalarznei eiferte und diejenigen verlachte, welche an eine große Heilkraft des Goldes in flüssigem Zustande glaubten. Sehr hohen Wert legte Sala auf die chemischen Heilmittel, namentlich auf die quecksilber- und antimonhaltigen Präparate, und gab für die Arzneibereitung viele ausgezeichnete Anleitungen, wobei er

(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

die Wahl der Gefäße, die vorkommenden Verfälschungen usw. mehr berücksichtigte, als dieses vorher geschehen war.

Wir gehen nun zu seinen Kenntnissen über; Sala wußte z. B., daß Schwefelsäure aus Salpeter die Salpetersäure austreibt; er erkannte zuerst die Bestandteile des Salmiaks und die Eigenschaften des flüchtigen Laugensalzes; so zeigte er, daß niemals Knallgold entstehen kann, wenn man eine Solution von Gold in reinem Königswasser (Salpetersäure und Salzsäure) mit Kali fällt, sondern nur, wenn das Königswasser aus Salpetersäure mit Salmiak bereitet ist. Vor allem war Sala ein genauer Beobachter; es würde zu weit führen, wollten wir auf seine anderen Kenntnisse noch näher eingehen; erwähnen wollen wir die im Jahre 1682 unter dem Titel: „Opera medico-chymica quae extant omnia" veröffentlichten Schriften, in denen seine Beobachtungen alle gesammelt sind.

Viel bedeutender als Libavius und Sala ist der geniale, wissenschaftlich durchgebildete niederländische Arzt *Joh. Bapt. van Helmont;* als einer der bedeutendsten, selbständig beobachtenden Chemiker seiner Zeit hat er die medizinisch-chemische Epoche zu ihrem Höhepunkte geführt. Es gebührt ihm aus diesem Grunde ein hervorragender Platz in unserer Geschichte, und werden wir, bevor wir über die Fortschritte, welche van Helmont der Chemie zu teil werden ließ, und über den großen Einfluß, welchen er auf die Stellung der Chemie zur Medizin hatte, berichten, einen Überblick seines Lebens vorausschicken.

Sein Leben war größtenteils das eines in der Stille wirkenden Gelehrten, wennschon seine glänzenden äußeren Verhältnisse und seine Zugehörigkeit zu einem edlen brabantischen Adelsgeschlechte nicht damit im Einklange standen. Johann Bapt. van Helmont wurde im Jahre 1577 zu Brüssel geboren; in Löwen machte er bis zu seinem 17. Lebensjahre den philosophischen Kurs durch, später wandte er sich den Jesuiten zu, bei denen er sich mit mystischer Philosophie, Magie und Theologie befaßte. Mystische Bücher waren es, die ihn hier anzogen, und die enthusiastische Auffassung alles ihm Vorkommenden, welche ihn von früher Jugend an ausgezeichnet hatten, bestärkte ihn in seiner Ansicht, daß alles aus Ruhmsucht und zu eigenem Verdienst unternommene Studium eitel sei. Die Folge hiervon war der Entschluß, daß er allen seinen Rechten, die ihm seine Geburt zugesichert hatte, entsagte und sich fürderhin nur der Ausübung der Wohltätigkeit und sonstiger guten Werke widmete. Er studierte, um sich im Leben der Menschheit nützlicher machen zu können, Medizin; anfangs befaßte er sich mit den Lehren des Galenus-Hippokrates, bis ihm mehrere Krankheitsfälle vorkamen, wofür ihm die ältere Schule keine

Heilmittel angeben konnte. Hierauf begann van Helmont die Schriften von Paracelsus zu studieren, von dessen Lehren er derartig begeistert wurde, daß er mit aller Energie das Galenische System bekämpfte und die Paracelsischen Ansichten zu befestigen suchte.

In den „Studia authoris vol ortus medicinae, i. e. initia phisicae inaudita“ (Amstelodami 1652) schreibt van Helmont über seine Studien folgendes: „Im Jahr 1580 / dem unglückvollsten für ganz Belgien / starb mein Vater. Ich war der letzte von meinen Schwestern und Brüdern / auch der geringste / denn ich wurde zum Studieren erzogen. Im Jahre 1594 hatte ich den philosophischen Cursus zurückgelegt / welches mein siebenzehntes Jahr war. In Löwen kam ich mir / da ich nun nur noch eine Mutter hatte / wie mein eigner Herr vor. Als ich sah / daß zu den Prüfungen Niemand / als der mit einem bis zu dem Knöchel reichenden Kleide und einer Kappe behext wäre / zugelassen wurde / als ob das Kleid Wissenschaft gelobte: so fing ich an zu erkennen / daß die Professoren von jeher die Jünglinge / welche in Künsten gebildet werden sollten / dem Spott ausgesetzt / verwunderte mich über diese Art Unsinn bey den Professoren der ganzen Welt / so wie über die Einfalt der leichtgläubigen Jugend / und suchte nun durch mein eigenes Urteil zu erkennen / in wie weit ich ein Philosoph sey; prüfte selbst / ob ich Wahrheit / ob ich Wissenschaft erlangt hätte. Da fand ich mich aufgebläht durch Buchstaben / ganz nackt / als ob ich vom verbotenen Apfel gegessen / außer daß ich gelernt / künstlich zu disputiren. Es wurde mir klar / daß ich nichts wisse / und wußte / daß ich nichts wisse. Im Physikalischen schien mir die Kugel einige Wissenschaft zu versprechen / womit ich das Astrolabium / den Gebrauch des Ringes und die Theorie der Planeten verband. Auch die Logistik und Algebra trieb ich zum Vergnügen / so oft ich einen Ekel an dem Lesen anderer Dinge hatte. Die Elemente des Euklides habe ich um deswillen meinem Geiste zu eigen gemacht / weil sie Wahrheit enthielten. Zufällig fiel mir die ars cyclognomica des Cornelius Gumma / wie eine andere Metaphysik in die Hände. Diese empfahl allein den Nicolaus Copernicus / weswegen ich nicht abließ / bis ich mich mit diesem bekannt gemacht hatte. Da lernte ich aber nur leere Excentricitäten und einen anderen Himmelslauf / glaubte also / daß es der darauf verwandten Zeit nicht wert sey / was ich mir mit großen Arbeiten von den Himmeln zu eigen machte. Das Studium der Astronomie gerieth daher bey mir in Geringschätzung / weil es wenig Gewißheit und Wahrheit / aber viel Leerheit enthielte. Da ich demnach nach Vollendung des Lehr-Cursus nichts Solides und Wahres wußte, so lehnte ich den Titel eines „Magistri artium“ ab / wollte nicht /

Joh. Bapt. van Helmont.
(Eigene Sammlung.)

daß mich die Professoren zum Narren hätten / mich für einen Magister der sieben Künste erklärten / wo ich noch kein Schüler derselben sey. Wahrheit also und Wissenschaft / nicht den Schein derselben suchend / entzog ich mich den Schulen. Es wurde mir ein Canonicat versprochen / wenn ich mich der Theologie widmete; aber mich schreckte der heilige Bernhardus, „daß ich die Sünden des Volks verzehren sollte"; und ich bat Jesum / daß Er mich würdige dahin zu rufen / wo ich ihm am meisten gefiele. Es war gerade das Jahr / in welchem die Jesuiten angefangen hatten Philosophie zu lesen / wider Willen des Königs / der Obern und der Universität. Als ihnen dieses aber von Clemens VIII. verboten wurde / strömten diejenigen ihrer Schüler / welche dem Gradus nachstrebten / zu dem Paedagogien; die übrigen Reichern wurden vom gefälligeren geographischen Studium angezogen. Damals nun erklärte einer der Professoren / Martinus del Rio / ehe er sich zur Gesellschaft hindwandte / Richter bey der spanischen Schwadron und nachher im brabantischen Senat gewesen zu seyn / und dann erst magische Untersuchungen anstellte. Diese Vorlesungen ergriff ich begierig; sammelte aber endlich statt der Erndte nur leere Halme und armselige Bruchstücke. Damit die Stunden nicht unfruchtbar verstrichen / drosch ich L. A. Senecam / der mir ausnehmend gefiel / besonders aber den Epictetus. In der Moral Philosophie also gedachte ich den Saft der Wahrheit gefunden zu haben; diese meinte ich nun / sey es / für welche Pythagoras ein strenges Schweigen so viele Jahre hindurch verlangte / ein ausgezeichnetes Talent und einen vorzüglichen Gehorsam. Mit einigen Veränderungen schien mir der Capuziner ein christlicher Stoiker zu seyn. Dieses Studium für die Ewigkeit gefiel mir zwar, aber meine zarte Gesundheit stand der großen Austerität entgegen; und ich flehete öfters zum Urheber des Lebens / mir die Kraft zu geben / womit ich die nackte Wahrheit erblickte und unmittelbar liebte / welche Sehnsucht Thomas von Kempis und Taulerus vermehrten. In der Voraussetzung und dem festen Glauben / durch den Stoicismus in der christlichen Vollkommenheit zuzunehmen / verfiel ich endlich nach einigem Verweilen in dieser Uebung ermüdet in einem Traum. Ich kam mir vor wie eine leere Blase / deren Durchmesser vom Himmel bis zur Erde reichte. Oben drohete der Sarcophag / unten statt der Erde der Abgrund der Dunkelheit; und als ich wieder zu mir selbst kam / erkannte ich plötzlich / daß wir nur in Jesum leben / weben und sind / verwunderte mich über meine vorige Unwissenheit; es wurde mir klar / daß der Stoicismus mich / eine leere aufgetriebene Blase / zwischen dem Abgrunde der Unterwelt und der Nothwendigkeit des drohenden Todes hielt. Ich erkannte / sage ich / daß ich durch dieses Studium unter dem Scheine der

Mäßigung der Arroganteste geworden / auf die Freiheit des Urtheils vertrauend / Verzicht thäte auf die göttliche Gnade / gleich als ob wir alles / was wir thun / durch uns selbst thäten. Fern von mir / sagte ich / sey ein solcher Frevel. Eine solche Blasphemie hielte ich dem Heidenthum zwar verzeihlich / dem Christen aber für schändlich / die stoische Philosophie selbst aus diesem Gesichtspunkte für hassenswürdig. Als ich nun inzwischen durch das allzuviele Lesen anderer Dinge mit Ekel und Müdigkeit befallen wurde / schlug ich zur Erholung den Mathiolus und Dioskorides auf / bei mir denkend: nichts ist den Sterblichen so nötig / als die Gnade Gottes an den Pflanzen bewundernd / zu eigenen Bedürfnissen sie zu gebrauchen und ihre Früchte zu pflücken. Bald darauf ward ich inne / daß seit den Zeiten des Dioskorides die Pflanzenkunde nichts gewonnen habe; ja daß man noch bis auf diese Stunde über die von ihm herrührenden Abbildungen / Nahmen und Gestalten der Pflanzen wechselseitig disputiere / daß / in Bezug auf ihre Kräfte / Beschaffenheiten und ihren Gebrauch zu den alten Erfindungen und Berichten / nichts hinzugekommen war / als daß man in der Folge Grade der Elementar-Qualitäten aufgestellt hatte / welchen die ganze Mischung der Pflanzen zuzuschreiben sey. Ich fand aber / daß zweyhundert Pflanzen von einer Qualität und einem Grade doch verschiedene Eigenheiten haben könnten / so wie manche von verschiedener Qualität und verschiedenem Grad / doch in Bezug auf ihre Wirkung / mit einander übereinstimmen. So kamen nicht die Pflanzen / sondern vielmehr die Botaniker bey mir in Verachtung; und indem ich mich über die Ursache der Unbestimmtheit dieser Effekte und der großen Dunkelheit in der Anwendung und im Heilen verwunderte, forschte ich nach / ob es ein Buch gäbe / welches die Axiomen und Regeln der Medizin mittheilen lehrte / weil ich glaubte / die Medizin könne / wie Künste und Wissenschaften / gelehrt und durch Unterricht mitgetheilt werden; nicht aber / daß sie eine reine Gabe sei. — Aengstlich und ungewiß also / für welche Profession ich mich erklären sollte / richtete ich auch meinen Blick auf die Sitten / die Gesetze des Volks und die Verordnung der Fürsten; sah / daß das Recht menschliche Tradition sey / ungewiß / unbeständig / der Wahrheit ermangelnd. Da aber im Menschlichen kein Bestand / kein Mark der Wissenschaft ist / so glaubte ich mein Leben unnütz zu verbringen / wenn ich es menschlichen Verordnungen widmete. Auch erkannte ich / daß mir die Beherrschung meiner selbst schwer genug sey / das Urtheil über die Güter und das Leben anderer dunkel und mit tausend Schwierigkeiten verbunden. Deswegen wollte ich mit dem Rechts-Studium und dem Reginat über andere nichts zu thun haben. Von der andern Seite stand mir vor das

Elend des menschlichen Lebens / der Wille Gottes / wornach ein jeglicher sich schützen soll / so lange er kann; daher neigte ich mich mit besondrer Begierde nach der ruhigsten Erforschung natürlicher Dinge / und so gerieth ich unvermerkt in die Naturwissenschaft. Nun las ich die Institutionen von Fuchs und Fomelius / wodurch ich wie im Auszug die ganze Heilungswissenschaft begriffen zu haben einsah; wird so / dachte ich lächelnd / die Wissenschaft des Heilens vorgetragen ohne Theorem / ohne einen Lehrer / der die Gabe des Heilens von einem Adepten gewonnen? wird so die ganze Geschichte der natürlichen Qualitäten mit den Elementar Qualitäten beschlossen? Die Werke des Galenus las ich zweimahl, den Hippokrates (dessen Aphorismen ich auswendig lernte) einmahl / die Griechen und Araber / fast 600 Neuere mit Ernst und Aufmerksamkeit; und bemerkte mir durch allgemeine Stellen / was mir in ihnen von besonderer Bedeutung und des Schreibens werth schien. Als ich zuletzt den gesammelten Hausrath wieder durchsah / erkannte ich meine Armuth; es reueten mich die darauf gewandte Mühe / so wie die Jahre. Da nehmlich alle Bücher dasselbe Lied wie die Institutionen singen / so ward ich nichts Tüchtiges gewahr / nichts / was die Wissenschaft der Wahrheit / oder die Wahrheit der Wissenschaft verhieße. Inzwischen hatte ich mir schon vorher alle einfachen Medikamente durch einen Kaufmann verschafft / so daß ich von jedem Einzelnen etwas weniges davon hatte. Alle gebräuchlichen vaterländischen Pflanzen hatte ich von einem Pflanzensammler für Apotheken / wodurch ich die meisten durch ihre Gestalt kennen lernte; bedachte aber zugleich / daß ich zwar das Äußere und die Nahmen der einfachen Medikamente kenne / nichts weniger aber ihre Eigenthümlichkeiten. Ich wollte nun auch einen praktischen Arzt begleiten; bald aber ward ich immer mehr und mehr unzufrieden mit dem Ungenügenden / Ungewissen und Muthmaßlichen des Heilens / über jede Krankheit wußt ich zwar räthselhaft zu disputieren / aber nicht einmal das Zahnweh oder die Krätze von Grund aus zu curieren; sah auch / daß Fieber und ganz gewöhnliche Krankheiten weder gewiß / noch nach der Wissenschaft und sicher geheilt wurden; die schwereren aber und solche / die nicht von selbst wichen / meistens in die Classe der Unheilbaren gesetzt. Da kam mir wohl in den Sinn / die Heilkunst / ohne welche die Römer fünfhundert Jahre glücklich zugebracht, sey eine Erfindung voll Betrug; ich bedachte / wie die Heilkunst der Griechen falsch sey / die Mittel selbst / so wie einige Erfahrungen uaf gleiche Art / auch ohne die Methode / Hülfe leisteten; wie dagegen dieselben Mittel auch bey aller Methode die Meisten täuschen."

Im Jahre 1599 promovierte er zum Dr. med. und reiste hierauf 10 Jahre lang in Italien und Frankreich umher, wobei er sich einen bedeutenden Ruf als Arzt erwarb. Nach seiner Rückkehr heiratete er eine brabantische Dame, deren Vermögen ihm ein ruhigeres Leben sicherte. Obwohl ihm mehrmals das Angebot gemacht wurde, als Leibarzt nach Wien zu gehen, zog van Helmont es vor, zurückgezogen zu leben und sich mit chemischen Studien zu beschäftigen, bis er auf seinem Gute Vilvorde bei Brüssel im Jahre 1644 starb.

Das Ende seines Lebens erfolgte am 30. Dezember 1644 um 6 Uhr abends bei völliger Geistesgegenwart. Der Sohn, Mercurius van Helmont, beschreibt die letzten Tage seines Vaters mit folgenden Worten: „Er kam einstmals bey einem kalten übelriechenden Nebel znr Mittagszeit nach Haus. Dieses war die Ursache, daß es ihm nachher, wenn er nur ein Briefchen schreiben oder etwas länger sprechen wollte, an Athem fehlte, so daß er genötigt wurde aufzustehen und am nächsten Fenster Luft zu schöpfen. Dadurch hatte er sich zweimal ein Seitenstechen zugezogen, wovon er sich jedoch wieder ganz herstellte. Er fühlte aber doch immer mehr die Abnahme seiner Kräfte, so daß er einen Tag vor seinem Tode einem Freunde schrieb: Gott sey gelobt, dem es gefällt, mich von der Welt zu rufen; wie ich vermuthe, werde ich keine vierundzwanzig Stunden mehr leben, denn heute habe ich den ersten Fieberanfall aus Lebensschwäche und Mangel an Kräften, wodurch ich endigen muß. Sein Ende erfolgte auch, nachdem er mir seinen Segen erteilt hatte, welches ich für ein großes Vermächtnis halte.“ *)

Prof. Dr. J. J. Loos urteilt in einer über van Helmont geschriebenen Biographie (Heidelberg 1807) bezüglich der Anschauungen dieses Forschers sehr richtig, wenn er schreibt (S. 13): „Dieses tiefe und lebhafte Gefühl der Unvollkommenheiten der Arzneykunde bey v. Helmont wird um so weniger bedenklich erscheinen / wenn man erwägt / daß gerade dadurch die Reinheit seines Sinnes und die Aufrichtigkeit seiner Sehnsucht nach Wahrheit hervorgeht. Die Medicin / als bloßes Mittel zum Erwerb / hatte für ihn / der immer die höchste Beziehung derselben / ihren wissenschaftlichen Gehalt / im Auge hatte / gar keinen Werth. Indem er es / ein Adlicher / beklagt / diese Kunst gelernt zu haben / wider Willen seiner Mutter und ohne Wissen seiner Verwandten / der Erste in seiner Familie / hielt er es insbesondere für grausam / sich von Anderer Elend Schätze zu sammeln / für unschicklich / eine Kunst / in der Liebe gegründet und in der Barmherzigkeit aus-

*) Confer: „Praefatio ad lectorem“.

gespendet / für Wunder zu übernehmen. Er schämte sich / Geld als nur von Reichen zn nehmen / so daß ihn sein Beichtvater zwang / das Geld / welches man ihm bot / nicht auszuschlagen. Die Geschenke / die du verschmähst / sagte dieser / gib den Durstigen; nimmst du sie nicht / so entziehst du durch deinen Stolz den Armen / was ihnen werden konnte. Von Kindesbeinen an schätzte er die Wissenschaft höher als Reichtum. Mehr als einmal nahm er sich vor / die Medicin zu verlassen / so oft er das Ungenügende und Mangelhafte des zuvor Erlernten einsah. Stolz verachtend die blinde Unwissenheit seiner vorigen Präsumtionen / warf er einst alle Bücher hinweg / und verschenkte vielleicht zweihundert Ducaten an Büchern an Studirende / völlig entschlossen / seine Profession zu verlassen / wenn nicht voll Betrug / doch voll Unwissenheit. Diese Unzufriedenheit entsprang keineswegs aus Unkunde desjenigen / was vorher in der Medicin geleistet worden / denn er war ein Schwelger in Büchern / und hatte alles / was bemerkenswerth war / in allgemeine Stellen zusammengetragen / so daß ihn wenige an Fleiß / die meisten aber an Urtheil übertrafen. Schon in seinem siebzehnten Jahre / also nach Beendigung des philosophischen Cursus / las er die chirurgischen Lectionen im ärztlichen Collegium zu Löwen / von den Professoren Thom. Fyenius / Girard de Villeers und Stornius hierzu angestellt / wiewohl ihn sehr bald seine Professor Sucht gereuete. „Ach! ich unterstand / sagt er / zu lehren / was ich selbst nicht wußte. Ich machte mir zwar den Holerius / Tagautius / Guido / Vigo / Aegineta und die ganze Schaar der Araber zu eigen / welche aber sammt und sonders selbst nicht das Höchste der Chirurgie begriffen. Nachher ließ ich deßwegen davon ab / und verwunderte mich über meinen Leichtsinn und meine Unbesonnenheit / indem ich mir vorsetzte / allein durch das Lesen der Bücher dahin zu gelangen / das lehren zu können / was man nur durch das Sehen / durch das Anfassen mit Händen / durch einen langen Gebrauch und scharfes Urteil erlernt.

Was das Verhältnis van Helmonts zu Paracelsus betrifft, so waren sich beide im Geiste insofern verwandt, als wir in beiden nicht nur denselben Haß gegen die Schulen und Theorien ihrer Zeit erblicken, sondern auch eine gleich scharfe Polemik und das lebhafteste Gefühl für das Würdige ihres Unternehmens finden. — Ferner hatten beide ein großes und sich selbst vergessendes Gemüt in Erforschung der Wahrheit in Kunst und Wissenschaft, und Paracelsus sowohl, als auch van Helmont besaßen einen durch und durch religiösen Sinn.

Wunderbare Gegensätze vereinigten und begegneten sich in van Helmont; mit seiner Gabe, scharf und nüchtern zu beobachten, kontrastierte

eine mächtige Neigung zum Übernatürlichen; vielleicht war es eine Folge von seinen mystischen und magischen Studien, denen er neben den theologischen gehuldigt hatte. Van Helmont hatte vor Paracelsus, den er stets mit großer Hochachtung anführt, etwas voraus, nämlich eine gründliche wissenschaftliche Bildung und eine genaue Bekanntschaft mit dem System, dessen Unzulänglichkeit nachgewiesen werden sollte. Ebenfalls teilte er mit Paracelsus, obwohl in geringerem Grade, ein übertriebenes Vertrauen auf die eigenen Ansichten, an dessen Stelle ruhige Besonnenheit wünschenswert gewesen wäre. So konnte derselbe Mann, welcher den Grund zur ersten Kenntnis der Gase legte und damit eine Schärfe der Wahrnehmung bekundete, wie sie kein Beobachter vor ihm besessen hatte, die Umwandlung unedler Metalle in edle aufs eifrigste verteidigen; sein Glaube daran war so fest gewurzelt, daß Täuschungen vorkamen, welche uns unbegreiflich sind. Ebenso rätselhaft, ja lächerlich erscheinen bei seiner sonstigen Gabe, das Experiment zu befragen und entscheiden zu lassen, ernsthaft gemeinte Behauptungen, wie z. B. die, daß in einem Gefäße, welches Weizenmehl und ein schmutziges Hemd enthalte, Mäuse erzeugt würden. — Die Werke van Helmonts sind mit großer Klarheit geschrieben, nichtsdestoweniger tut sich in einzelnen Darstellungsmethoden die Geheimniskrämerei seiner Vorgänger kund. Was van Helmont mit Paracelsus gemein hatte, war ihr Enthusiasmus, für eine völlige Reformation der Medizin tätig zu sein. Ein Beweis der tiefgründigen Bildung van Helmonts ist der, daß er öfters mit der größten Achtung von Paracelsus spricht, selbst da, wo er abweichender Meinung ist; denn es ist Tatsache, daß er oft den Ansichten des Paracelsus nicht beigestimmt hat.

Wir glauben mit Vorstehendem die bedeutendsten Züge zur Charakteristik van Helmonts entworfen zu haben; mögen die Urteile über die Verdienste van Helmonts noch so verschieden sein, so können wir ruhig die Behauptung aufstellen, was Paracelsus unter den deutschen Philosophen und Ärzten, das war van Helmont den Niederländern. Wenn uns ersterer kräftiger, derber und natürlicher erscheint, so verrät letzterer mehr gelehrte Bildung, Kenntnis und scholastische Gewandtheit; beide sind ausgezeichnet durch Genialität und Tiefe des Verstandes.*)

*) Brucker schreibt in der „historia critica philosoph." T. IV. P. 1 über van Helmont folgendes: „Quod si parcius veteres castigasset, si a satyra scribenda et invectivis in alios partes suas non sequentes abstinuisset, si modestius sua laudasset, longe majorem famam ab omnibus retulisset. Inerat enim ei vis ingenii acerrima

Wir wollen nun zur Berichterstattung seiner Leistungen übergehen und zuerst seine chemischen Ansichten an unserem Geiste vorüberziehen lassen.

Wie schon bemerkt, glaubte van Helmont noch fest an die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold. Ein Beweis hierfür ist folgender: Van Helmont hatte von unbekannter Seite kleine Proben des Steines der Weisen erhalten, mit welchen er, unter genauer Angabe der Gewichtsmenge, zu verschiedenen Malen Quecksilber in lauteres Gold verwandelt haben will; durch einen Gewichtsteil jenes Präparates sei etwa die 2000-fache Menge des flüssigen Metalles in Gold übergeführt worden. Van Helmont glaubte aber auch an die Existenz eines Stoffes, welcher imstande sei, alle Körper löslich zu machen, des „Alkahests", und schrieb ihm große Wirksamkeit als Heilmittel zu.

Bezüglich der Elemente ist van Helmont ganz anderer Ansicht als alle seine Vorgänger; die aristotelischen Elemente: Feuer, Wasser, Luft, Erde verwarf er aus zwei Gründen erstens, weil Aristoteles kein Christ war, und zweitens weil er das Feuer als Substanz nicht anerkannte. Seiner Meinung nach ist die Flamme nicht substantielles Feuer, sondern das Substantielle ist der Rauch und das Gas, welches die Flamme bildet; Wärme und Kälte sind nur abstrakte Eigenschaften und nicht materielle Dinge. Als Hauptbestandteil aller Stoffe betrachtete van Helmont das Wasser. Er begründete diese Ansicht damit, daß es in den organischen Körpern enthalten sei, indem er es als regelmäßiges Produkt ihrer Verbrennung nachwies. Bezüglich der Luft herrscht Zweifel, ob van Helmont sie als Element betrachtet hat. Ebenso sehr eifert er gegen die drei Urstoffe des Basilius Valentinus: Schwefel, Salz und Quecksilber, und besonders dagegen, daß diese drei Stoffe auch in dem tierischen Körper als Elementarbestandteile enthalten seien.

Wenden wir uns nunmehr den chemischen Erfahrungen van Helmonts und seinen Kenntnissen über die Gase zu. Van Helmont ist der eigentliche Begründer der pneumatischen Chemie, indem er unserer Wissenschaft durch seine Untersuchungen über die Gase neue Wege gewiesen hat. Daß es luftähnliche Stoffe gibt, welche nicht die Eigenschaften der gemeinen

---

et artis chemicae peritia singularis, nec a literarum ornatu destituebatur, ea vero felicitate medendi fruebatur, ut miraculosas curationes instituisse dicatur, illis qui hominem noverant. Id quod agnoverunt viri docti etiam ex medicorum filiis, qui licet haud pauca in eo reprehenderint, eum tamen ob doctrinam et experientiam mirifice extulerunt, et Verulamio, Boyleo, Galileo, Cartesio aliisque seculi XVII heroibus junxerunt."

Luft haben, war schon früher bekannt, jedoch machte van Helmont zum ersten Male auf die Unterschiede aufmerksam und zeigte, wie man solche natürlich vorkommenden Luftarten auch auf künstlichem Wege herstellen kann. Unter dem Namen „Gas", welcher von van Helmont als Gattungsname eingeführt wurde, verstand er alle Luftarten, welche mit der atmosphärischen Luft nicht übereinstimmen.

Die Gase unterschied van Helmont ebenfalls von den Dämpfen, insofern letztere durch Abkühlung verflüssigt, erstere dagegen nicht verdichtet wurden. In erster Linie kommt hier seine Lehre über die Kohlensäure oder „gas sylvestre" in Betracht. Mit dieser Bezeichnung hat unser Gelehrter gewissermaßen die Unmöglichkeit, das Gas zu verdichten, andeuten wollen. Daß dieses wohl sein kann, ergibt sich aus folgender Stelle: gas sylvestre sive incoërcibile, quod in corpus cogi non potest visibile. Die Entstehung der Kohlensäure lehrte van Helmont aus Kalkstein oder Pottasche mit Säuren, aus brennenden Kohlen. Gleichzeitig zeigte er auch ihr Auftreten bei der Gärung von Bier und Wein; er bewies aber auch ihre Anwesenheit im Magen, sowie ihr Vorkommen in Mineralwässern und in manchen Höhlungen der Erde. Ferner wollen wir noch hervorheben, daß van Helmont einige brennbare Gase, Wasserstoff und Grubengas, als eigentümliche Luftarten beschrieben hat, und diese „gas pingue", „siccum", „fuliginosum" oder „cudimicum" nannte. Diese entzündlichen Luftarten bemerkte er bei der trockenen Destillation organischer Materien, wozu er auch die stinkenden Blähungen zählte. Wir sehen aus all diesem, daß van Helmont ein sehr guter Beobachter war. Den Mangel an Hilfsmitteln, Gase aufzusammeln, ist die Unvollkommenheit mancher seiner Beobachtungen, so z. B. die Verwechselung der Kohlensäure mit anderen die Verbrennung ebenfalls nicht unterhaltenden Gasen, zuzuschreiben. Er hatte aber auch Wahrnehmungen gemacht, die nicht auf die Gase Bezug haben, jedoch in unserer Geschichte Erwähnung verdienen. Van Helmont hatte z. B. bemerkt, daß die Luft an Volumen abnimmt, wenn Körper darin verbrannt werden. Ferner wußte er die Kieselerde durch Zusatz von viel Alkali zu einem Glase zu schmelzen, welches an einem feuchten Orte zerfließt, und aus dessen Auflösung die Kieselerde durch Zusatz von Säure unverändert wieder abzuscheiden.

Übergehen dürfen wir nicht, wie van Helmont sich auf einzelnen Gebieten der Chemie großes Verdienst erworben hat; wie er nicht nur, wenn sich ihm die Gelegenheit bot, neue Wahrnehmungen zu machen imstande war, sondern auch dabei scharf beobachtete, wie diese gefundenen Vorgänge im Zusammenhange stehen. — Zunächst ist es die chemische Verbindung!

Bisher glaubte man das Ausscheiden eines Körpers als Erzeugung einer noch nicht dagewesenen Substanz anzusehen; ja, zu van Helmonts Zeiten erklärten noch die meisten Chemiker die Entstehung des Kupfers, aus Vitriollösung in Berührung mit metallischem Eisen, für eine Metallverwandlung — für eine Erzeugung von Kupfer. Van Helmont trat nun mit voller Energie dieser Auffassung entgegen, indem er sagte, daß kein Metall aus einer Auflösung ausgeschieden werden kann, das darin nicht schon enthalten ist. Ja, er stellte den Grundsatz auf, den er mit Tatsachen zu belegen suchte, daß ein Stoff alle möglichen Verbindungen eingehen kann, ohne damit seine eigentümliche Natur zu verlieren, und daß er daraus mit allen seinen früheren Eigenschaften wieder abgeschieden werden kann. Wir hätten hier noch einige Bemerkungen anzuführen, die, wenn sie uns jetzt auch unbedeutend vorkommen, jedoch zu der damaligen Zeit zu neuen Forschungen anregten und die ersten Übergänge zu Betrachtungen, welche eine größere Anzahl miteinander ähnlicher Erscheinungen umfaßten, bildeten.

Van Helmont machte nämlich zum ersten Male darauf aufmerksam, welche Wichtigkeit der Metallglanz für die chemische Betrachtung der Körper hat. Es ist ja richtig, daß dieses Kennzeichen schon lange Zeit beachtet wurde, aber zu untersuchen, unter welchen Bedingungen diese charakteristische Eigenschaft den Metallen zukommt, das war die Folge der Anregung unseres großen Forschers.

Was nun die medizinisch-chemischen Kenntnisse van Helmonts betrifft, so bemerken wir vorerst, daß dieser Gelehrte den ersten, damals freilich noch unsicheren Grund zur chemischen Physiologie gelegt hat.

Mit der Grundlegung der chemischen Physiologie hat van Helmont unserer Wissenschaft neue Bahnen gewiesen; ja, unser Gelehrter steht mit seinen Ideen originell da, um so mehr, als er durch die von ihm eifrig gepflegten Beziehungen zwischen Chemie und Heilkunde zu Ansichten geführt wurde, denen eine teilweise Originalität nicht abzusprechen ist, schon deshalb, weil er durch Experiment mit Säften und anderen Ausscheidungen des tierischen Körpers theoretische Fragen zu entscheiden suchte. Diejenigen chemischen Eigenschaften, die man damals aber für ausschließlich wichtig hielt, waren saure und alkalische Reaktion, die die wichtigsten Funktionen des Organismus bedingten. Außer der chemischen Beschaffenheit der Säfte war nach van Helmont Hauptursache der organischen Prozesse die Gärung, durch welche die zur Ernährung dienlichen Säfte aus dem Blut gebildet werden. Bezüglich der Verdauung und damit zusammenhängender Prozesse konnte er sich von der Annahme, der

„Archeus“ *) beherrsche dieselben, nicht ganz frei machen; dagegen blieb er mit seinen Erklärungen vitaler Vorgänge auf festerem Boden, sobald er die chemische Beschaffenheit der Säfte berücksichtigte. Die Säure des Magensaftes leitet nach ihm die Verdauung ein; ein Vorwalten jener erzeugt Unbehagen, Krankheiten, die um so bedenklicher werden, je mehr Säure vorhanden ist, welche dann nicht mehr wie bei normalem Zustande durch das Alkali der sich im Duodenum dem Magensafte beimengenden Galle neutralisiert werden kann. Gegen alle derartigen Erkrankungen verordnet van Helmont alkalische Mittel, wie Blutlaugensalz und dergleichen. Die infolge Mangels an Säuren entstandenen Krankheiten sollen durch Verordnung von sauren Arzneien gehoben werden. Letztere empfahl van Helmont auch gegen Gicht, Steinleiden und ähnliche Übel, deren Entstehung ebenfalls aus der unzureichenden oder unrichtigen Mischung der Säfte abgeleitet wurde. In diesen Ansichten lag in der Tat ein großer Fortschritt gegenüber denen des Paracelsus, und zwar aus dem Grunde, weil letzterer willkürliche, nicht darstellbare Bestandteile in den organischen Materien annahm. Dagegen suchte van Helmont die wirksamen Stoffe darin auf und verglich die Wechselwirkung verschiedenartiger Säfte, welche zusammentreffen mit den ähnlichen Reaktionen von Lösungen außerhalb der Organe.

Auch hat van Helmont für die Arzneibereitung nach chemischen Grundsätzen viel getan, und ein von ihm verfaßtes „pharmacopolium ac dispensatorium modernum“ enthält nicht nur vieles über die richtige Darstellung der Arzneien, sondern zugleich auch nützliche Belehrungen über die Unnötigkeit oder selbst Schädlichkeit mehrerer damals noch üblichen Zusätze und umständlichen Verfertigungsarten. Van Helmonts Einfluß auf seine Zeitgenossen und auf die Weiterentwicklung der iatrochemischen Lehren müssen wir sehr hoch anrechnen. Die von ihm angestrebte Einführung chemischer Begriffe in die Heilkunde wirkte überaus klärend, insofern die Anwendung chemischer Arzneien zur Bekämpfung der Krankheiten naturgemäß erschien. Der wissenschaftliche Geist, den er in die Medizin einzuführen strebte, wirkte im Gegensatze zu dem rohen Empirismus der paracelsischen Schule fördernd auf eine gesündere Entwicklung der Heilkunde.

Van Helmonts Schriften, von denen zu seinen Lebzeiten nur wenige herauskamen, wurden von seinem Sohne Mercurius im Jahre 1648 alle

*) Der „Archeus“ hat nach van Helmont seinen Sitz im Magen und leitet die Funktionen desselben.

Daniel Sennert.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

unter dem Titel: „Ortus medicinae vel opera et opuscula omnia", publiziert. Sie sind aber auch in französischen, englischen und deutschen Übersetzungen erschienen.

Welch großen Anklang die van Helmontschen Lehren unter den Gelehrten fanden, beweist, daß in den Niederlanden sowohl, als auch in Deutschland der größte Teil der ausgezeichneteren Ärzte den Ansichten van Helmonts beitrat — doch müssen wir hierbei bemerken, daß dies mit Einschränkungen, wie sie die noch immer herrschende, mehr oder minder große Vorliebe für das frühere System und Streben, die neue Lehre damit in Einklang zu bringen, geschah. Wenngleich in dieser Zeit auch in Frankreich noch immer die freie Besprechung über wissenschaftliche Ansichten durch die einseitigen Auffassungen mächtiger Korporationen gehemmt wurde und in Spanien es den Ärzten am schwersten fiel, sich von den althergebrachten Lehrsätzen der galenischen und arabischen Schule loszureißen, so ist es doch erfreulich zu sehen, daß sich die neue Lehre auch in diesen Ländern immer mehr Anhänger erwarb, und schließlich, daß die Einführung der chemisch bereiteten Arzneien in den Apotheken stets allgemeiner wurde. — Die Folge hiervon war, daß sich immer mehr die Ärzte dem medizinisch-chemischen System zuwandten. Wenn sie auch nicht mit allem einverstanden waren, so trugen sie doch keine Bedenken, das Gute, welches ihnen darin enthalten schien, öffentlich anzuerkennen und dabei die Frage zu erörtern, welcher Einfluß der Chemie nach ihrem damaligen Zustande auf die Medizin eingeräumt werden durfte. Insofern, als ein solches Streben die Stellung der Chemie zur Medizin notwendig war und unserer Wissenschaft also zur Förderung gereichte, verdienen die Männer, welche darin vorangegangen sind, auch unsere Aufmerksamkeit.

Zunächst kommt hier Daniel Sennert in Betracht. Dieser, zwar nicht mit den gleich hohen Geistesgaben ausgestattet wie van Helmont, war doch mit chemischen Kenntnissen gut ausgerüstet und beseitigte auch in der Ausübung der ärztlichen Kunst manche Übelstände.

Daniel Sennert, 1572 zu Breslau geboren, wurde nach seinen in Wittenberg, Jena, Leipzig und Frankfurt a. d. Oder gemachten Studien 1602 zum Professor der Medizin in Wittenberg ernannt und starb im Jahre 1637.

Wenngleich Sennert der Paracelsischen Lehre noch sehr zugetan war und neben vielen sonstigen abergläubischen Ideen namentlich die alchemistischen Ansichten über Metallverwandlung und über die drei Grundstoffe der Körper, nämlich Schwefel, Salz und Quecksilber mit diesem teilte, so können wir ihm doch das Verdienst nicht absprechen, daß er viele irrige

Meinungen des Paracelsus, ferner den Mißbrauch, den dieser mit der Chemie bei der Anwendung auf medizinische Gegenstände trieb, mit Erfolg beseitigte. Wenige seiner Zeitgenossen haben sich so viel Mühe gegeben, den chemischen Arzneien Eingang zu verschaffen, ihre wahren Vorzüge hervorzuheben und die ihnen fälschlich zugeschriebenen zu widerlegen, wie gerade Sennert; ja, nicht nur allein das, er suchte die Zulässigkeit der chemischen Arzneien auch denen, welche noch der galenischen Schule huldigten, anschaulich zu machen, indem er eine Annäherung beider Parteien zu vermitteln suchte.

Bezüglich seiner Publikationen wäre vor allem die oft gedruckte und im Jahre 1619 zuerst veröffentlichte Schrift: „De chymicorum cum Aristotelicis et Galenicis consensu et dissensu", welche im XI. Kapitel (de principiis chymicorum) die von Paracelsus angenommenen Prinzipien, daß im chemischen Sinne alle Körper zusammensetzende Grundbestandteile seien, anerkennt, zu nennen.

Bald nach Sennert haben wir in Deutschland einen Mann aufzuweisen namens Glauber, der sich zwar nicht als Iatrochemiker einen großen Namen gemacht hat, aber die angewandte Chemie auf das Eifrigste pflegte und durch wertvolle Beobachtungen bereicherte, und hierin liegt der Schwerpunkt seiner Tätigkeit, die nur in untergeordnetem Maße den iatrochemischen Bestrebungen gewidmet war.

Johann Rudolf Glauber wurde zu Karlstadt im Jahre 1604 geboren. Über seine Lebensverhältnisse wissen wir nur wenig; er lebte lange in Deutschland, bald hier, bald da, und hielt sich namentlich längere Zeit zu Salzburg, dann zu Kissingen, Frankfurt a. M. und endlich in Cöln auf. Von hier aus zog er nach Holland, wo er im Jahre 1668 in Amsterdam starb. Den Vorurteilen seiner Zeit unterliegend, ist er wohl als Paracelsus des 17. Jahrhunderts bezeichnet worden. Auf der einen Seite war er für phantastische und abergläubische Vorstellungen, sowie alchemistische Schwindeleien zugänglich; auf der anderen Seite dagegen hatte er ein ausgeprägtes Talent, zu beobachten und neues aufzufinden; nicht weniger bewährte er seinen scharfen Verstand in theoretisch chemischen Fragen, wie er z. B. manche Wirkungen der chemischen Verwandtschaft bei Zersetzung von Salzen durch Säuren oder Basen und ähnliches gut zu erklären vermochte.

Was sein Verhältnis zur Alchemie anbelangt, so glaubte er an ihren ganzen Umfang; praktisch tätig scheint er hierin nicht gewesen zu sein, denn er bekennt ganz offen, daß es ihm noch nicht gelungen sei, die Veredelung der Metalle zu bewirken. An die Existenz eines allgemeinen Auf-

lösungsmittels, des Alkahests, glaubte er und rühmt seine Heilkraft in allen Krankheiten. Seine Darstellungsmethoden verschwieg er, „damit man sie nicht zu üppigem, hoffärtigem und gottlosem Leben, dem armen menschlichen Geschlecht zum Schaden und Nachtheil gebrauche". Ebenfalls ist Glauber von der großen Wirksamkeit des trinkbaren Goldes überzeugt. Für das medizinische Zeitalter kommt er insofern in Betracht, als er neue chemische Präparate entdeckte, die in der Arzneikunst Verwendung fanden. Indes hing Glauber unentwegt fest an den Meinungen des Paracelsus und teilte dessen ungestümen Haß gegen alle der älteren Schule noch ergebenen Ärzte.

Wir gehen nunmehr zu seinen chemischen Kenntnissen über und bemerken, daß wohl kein anderer solch eine Menge bemerkenswerter Entdeckungen machte wie Glauber. Besonders erwarb er sich große Verdienste um die Mineralsäuren. Wenn bisher die Darstellung der Salzsäure durch Destillation des Eisenvitriols mit Kochsalz, die der Salpetersäure durch Destillation desselben Körpers mit Salpeter betrieben wurde, so erkannte Glauber, daß es die freiwerdende Schwefelsäure aus dem Vitriol ist, die die Austreibung der Säure aus Kochsalz oder Salpeter vornimmt. Die Folge davon war, daß er versuchte, die Schwefelsäure direkt auf diese Substanzen einwirken zu lassen, wobei er naturgemäß viel reinere und stärkere Produkte gewann, als dies bisher der Fall war. Ebenso erhielt er auf diese Art die Salze, welche durch die Verbindung der Schwefelsäure mit den Alkalien im Kochsalz und Salpeter sich bilden. Besonders großen Wert legte Glauber auf das schwefelsaure Natrium, dessen medizinische Wirkung ihm so bedeutend erschien, daß er ihm den Namen „sal mirabile Glauberi" beilegte. Weiter wollen wir hier seine Darstellungen des schwefelsauren und salpetersauren Ammoniaks noch registrieren.

Glauber war auch der erste Chemiker, welcher einen Fall der sogenannten doppelten Wahlverwandtschaft, die Wechselwirkung von Quecksilberchlorid und Schwefelantimon sich klar zu machen wußte.

Bei dieser Forschung müssen wir, weil dieselbe für unsere Wissenschaft von großer Bedeutung ist, einen Moment verweilen.

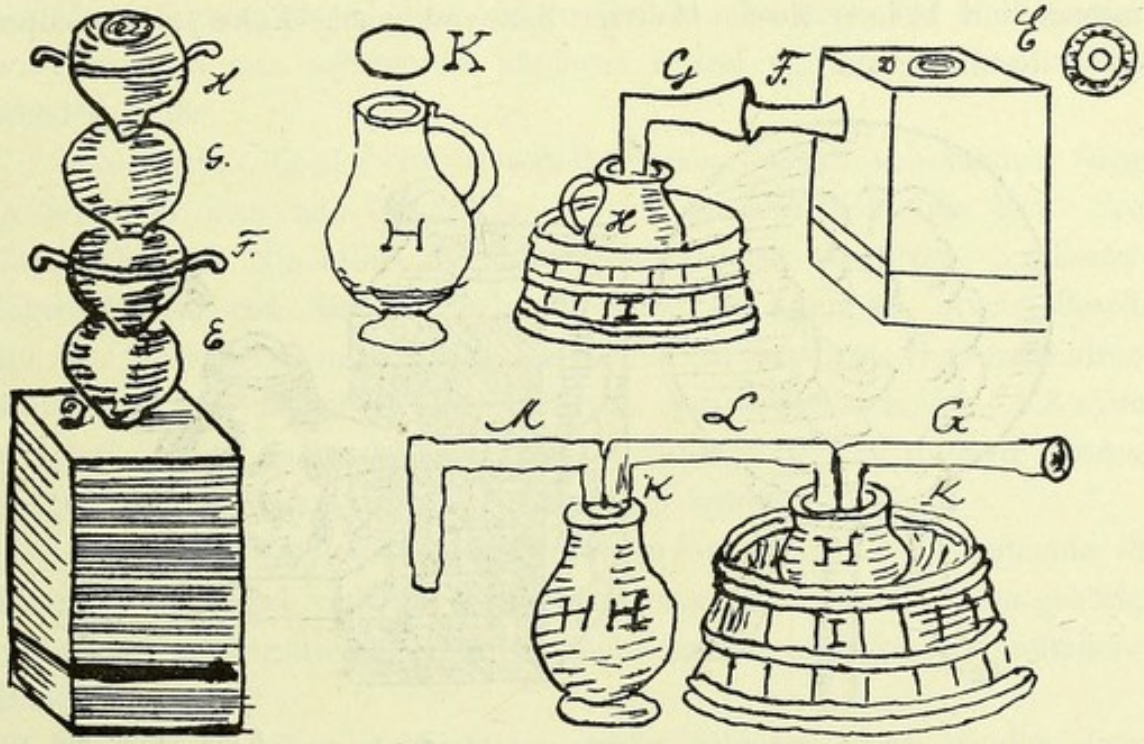
Die wenigen Substanzen der Chlormetalle, die man damals kannte, waren mittels Destillation von Sublimat mit Metall dargestellt. Glauber erhielt nun mehrere solche dadurch, daß er ein Metall mit Vitriol und Kochsalz destillierte; auf diese Weise erhielt er außer dem bekannten „butyrum antimonii" und dem „spiritus fumans Libavii" noch das ätzende Arseniköl und die Zinkbutter. Glauber bewies somit, daß, entgegen der bisherigen Annahme, in den Chlormetallen, die mit Sublimat bereitet waren,

sei Quecksilber enthalten, dieses nicht der Fall ist, sondern daß diese Substanzen viel mehr als Auflösungen von Metallen in Salzsäuren zu betrachten seien und auch direkt auf diesem Wege dargestellt werden könnten. Überhaupt legte Glauber sehr genaue Kenntnisse über die Zusammensetzung der wichtigsten chemischen Präparate an den Tag, wie er denn auch die näheren Bestandteile vieler Salze kannte, teils durch die Art ihrer Synthese, teils durch die Analyse. Daß Glauber recht gut wußte, auf welchen Ursachen die Trennung der Bestandteile einer Verbindung voneinander beruht, bewies er, indem er zeigte, daß die Zersetzung des Kochsalzes und Salpeters durch Schwefelsäure, die des Salmiaks durch Kalk oder Kali darauf zurückzuführen ist, daß der eine Bestandteil zu dem Zersetzungsmittel eine größere Verwandtschaft hat. In seinen Schriften finden wir noch mancherlei andere Beobachtungen, z. B. über die Farbenveränderung, welche die durch Zusammenschmelzen von Braunstein mit Salpeter zu erhaltene Masse nach ihrer Auflösung im Wasser zeigte; über die Destillation des Holzes, wo er die Essigsäure wahrnahm, über die Auflösung von Metallen in Schwefelleber bei erhöhter Temperatur und über manche andere Einzelheit, auf welche wir noch später zurückkommen werden. Auch hatte die technische Chemie Glauber vieles zu verdanken. An erster Stelle erwähnen wir sein Verfahren für die Fabrikation des Salpeters im großen, weiter beschrieb er die Darstellung des Glases und dessen Zubereitung zu verschieden gefärbten Glasflüssen. Glauber lehrte verschiedene Beizen darstellen. Für die Färberei lehrte er sowohl mineralische als vegetabilische Farbstoffe genauer kennen und die letzteren durch Säuren oder Alkalien in verschiedener Weise nuancieren. Ferner verdienen noch die Darstellungsmethoden des Essigs und des Branntweins hervorgehoben zu werden; auch um die Scheidung und Nutzung der Metalle machte er sich verdient. Er schlug vor, die edlen Metalle aus den Mineralien, welche sie enthalten, durch Ausseigern mit Blei zu gewinnen. Zu erwähnen ist hier noch sein weiter Blick in nationalökonomischen Fragen, mit denen seine chemischen Mitteilungen, besonders in dem sechsbändigen Werke „Teutschlands Wohlfarth", durchsetzt sind. Es schmerzte ihn, daß in Deutschland, welches an allen Materialien zur Darstellung solcher Produkte Überfluß hat, zu einer Zeit so wenig Sinn herrschte, im Lande selbst diese auszunutzen; daß die Deutschen jener Zeit ihre rohen Grundstoffe wohlfeil ins Ausland verkauften und die daraus bereiteten Erzeugnisse teuer wieder zurückbezogen. Man muß anerkennen, daß diese Tendenz eine edle und auch die Anleitung zur Beförderung des Nationalwohlstandes durch technologische Benutzung aller natürlichen Hilfsmittel eine recht zweckmäßige war.

Von seinen Schriften, 40 an der Zahl, erwähnen wir folgende: das „Opus minerale“ (1651), welches im 3. Teile eine Erklärung über des Paracelsus' Schrift „Coelum philosophorum“ oder „Liber veretationem“ geben und der „Metalles transmutationes in genere“ lehren soll als „Miraculum mundi“ (1653), ferner den „Tractatus de signatura salium, metallorum et planetarium (1658), „Novum lumen chimicum“ (1664), „De tribus lapidibus ignium secretorum“ (1667), „De igne secreto philosophorum“ (1669).

In seiner Publikation: „Pharmacopoea spagyrica“, worin die Zubereitung arzneilich wirkender chemischer Präparate beschrieben wird, zeigt sich Glauber als nächster Anhänger des Paracelsus.

Von besonderer Wichtigkeit sind seine „Furni novi Philosophici“ (5 Teile), Amsterdam 1648. Um zu zeigen, welch hervorragende Kenntnisse unser Forscher hatte, möge aus seiner Vorrede folgendes hervorgehoben werden: „. . . . Im Ersten Teil wird gelehret ein Ofen zu bawen /



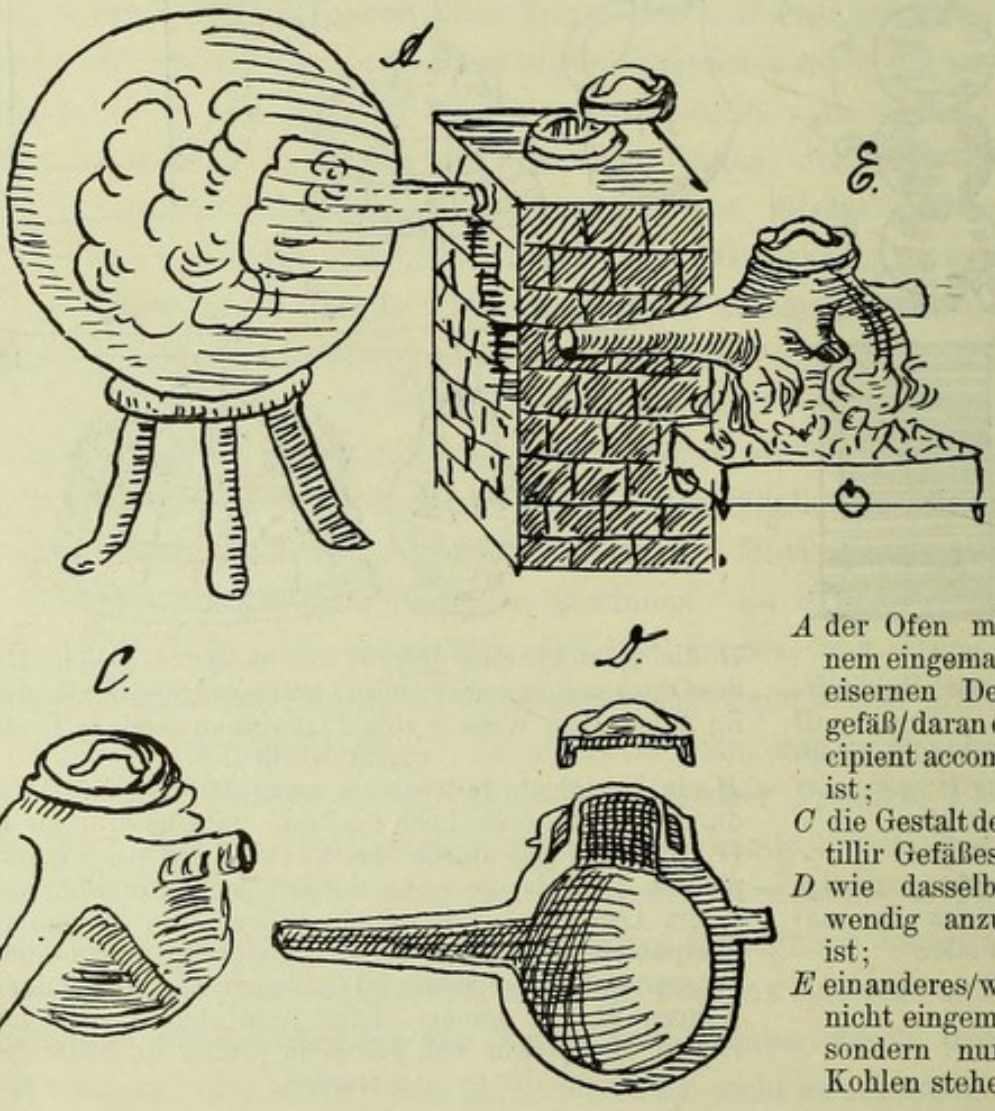
E der erste Sublimir-Hafen steht auff dem obern Loch des Ofens *D*;
F der ander;
G der dritte;
H der vierte / vnd also folgendts die andern alle.

G die erste krumme Röhre / welche an die gleiche Röhre *F* des Ofens accommodiret wird / unter welcher der Recipient *H* im Zuber *I* im Wasser stehet / darinnen schnelle Proben gemacht werden.

H ein Recipient / mit seinem zwey-gelöchertem *K*-Deckel / durch welches erste Loch die erste einfache krumme Röhren *G* gerichtet / vnd durch das zweite Loch des ersten Recipienten Deckels die erste doppelgekrümmte Röhren *L* mit einem Arm gehet / mit seinem andern Arm in dem zweiten Recipienten *HH* dem vorigen gleich in einem Zuber mit Wasser stehend gerichtet ist / darinnen auch die ander doppel Röhren *M* mit seinem ersten Arm kommt zu stehen / darinnen die Spiritus vnd Flores in großer quantität gemacht werden.

in welchem solche Dinge sollen destilliret oder sublimiret werden / welcher Spiritus im feuer nicht verbrennen / vnd durch Retorten oder andere bekandte Destillir Zeug nicht können gethan werden. Die Mineralia vnd Metalla dadurch in Spiritus, flores vnd Olea zubereiten / vnd wozu solche dienen. Im zweiten Theil wird ein anderer Ofen zu machen gelehret / in welchem alle verbrennliche Vegetabilia, Animalia und Mineralia destilliret / vnd in die höchste Subtilität gebracht werden / dadurch viel fürtrefliche vnd köstliche Medicamenta zu abwendung vieler schweren verlassenen / vnd gantz vnheilbar geachteten Zufällen vnd Gebrechen des Menschen können zugerichtet werden.

Im dritten Theil wird eine künstliche Invention, die noch bishero nicht bekant / an Tag geben / dadurch man allerhand Spiritus ardentes von Wein / Korn / Früchten / Blumen / Kräutern / vnd Wurtzeln / wie auch gemeine Wasser / aus allen Vegetabilischen vnd Animalischen Dingen in großer maenge mit kleinen Kosten / kurtzer Zeit vnd wenig Kolen / sehr compendiose destilliren kan.



A der Ofen mit seinem eingemauerten eisernen Destillirgefäß / daran ein Recipient accomodiret ist;
C die Gestalt des Destillir Gefäßes;
D wie dasselbig inwendig anzusehen ist;
E ein anderes / welches nicht eingemauret / sondern nur auff Kohlen stehet.

Deßgleichen Bierbrawen / Meeth / vnd Wein machen / vnd alle andere Arbeit / welche sonsten in großen küpffernen oder eisernen Kesseln muß geschehen / allhier nur in höltzern Gefäßen / durch hülffe eines kleinen küpffernen oder eisernen Instruments / welches kaum 2 oder 3 Pfund wieget / ohne Oefen leichtlich kan gethan werden. Auch unterschiedene Chymische labores / als putrificiren / digeriren / circuliren / extrahiren / abstrahiren / cohobiren / figiren vnd dergleichen sehr füglichen damit können gethan werden. Sehr dienstlich allen jungen anfangenden Chymicis vnd Laboranten: Dann sie zu jhrem Brantenwein / Kräuter / Wasser / Extracta vnd Medicamenta zu machen / nit so viel Oefen / küpfferne / eiserne / zinnerne / erdene / vnd gläserne Instrumenten von nöthen haben / sondern allhier gelehret werden / wie sie alle oberzehlte labores nur durch ein einiges klein von Kupfer oder Eisen gemachtes Instrument / mit zuthun höltzeren Geschirren eben so wol thun können / als durch viel vnterschiedene Kessel / Blasen / vnd andere Gefäße. Dadurch viel Gelt ersparet wird / welches man sonsten an küpferne Kessel vnd andern Destillir Zeug wenden muß.

Im vierten Theil / ein sonderlicher auch bißhero vnbekandter Ofen / in welchem man alle Chymische labores gar leichtlich thun kan. Sehr dienstlich aller Mineralien / Metallen vnd anderer Bergarten von Eertzen Eigenschaften vnd Naturen dadurch weise zu erlernen. Auch dieselbe auf ein besondere vnd viel bessere weise zu probiren vnd examiniren / schmeltzen vnd abtrieben / auch eins von dem andern scheiden / daß nichts verloren gehet / gantz kürtzlich vnd Compendiose mit großem Nutzen / deßgleichen noch von niemand beschrieben worden.

Im fünften Theil sol gelehret werden / wie man alle Instrumenta von Eisen / Erden / Glaß vnd der gleichen Materialien zu den 4. Oefen gehörig / zurichten vnd formiren sol / neben mehr andern nöhtigen vnd nützlichen Handgriffen. . . ."

Wie wir schon bemerkten, gehört Glauber nicht zu den Iatrochemikern, nichtsdestoweniger mußten wir ihn eingehend behandeln, weil er die Chemie im engern Sinne mit vielen wertvollen Neuerungen bereicherte, dabei doch der leitenden Idee dieses Zeitalters — der medizinisch-chemischen — nicht fernstehend, sofern er für die Einführung chemischer Präparate in den Arzneischatz tätig war. Mit Genugtuung kann man konstatieren, daß die zu Anfang dieser Epoche so grell hervortretende Abneigung gegen die arzneiliche Anwendung der chemischen Präparate immer mehr verschwand; ja, es wurde die Leichtigkeit ihrer Darstellung, die Sicherheit und Unveränderlichkeit ihrer Wirkungen immer mehr anerkannt.

Als Männer, welche das Verhältnis der Chemie zur Medizin richtig zu würdigen wußten, sind aus dieser Zeit Thomas Bartholin und Hermann Conring zu nennen.

Thomas Bartholin, 1616 in Kopenhagen geboren, wirkte als Professor der Medizin an der dortigen Universität und starb dortselbst im Jahre 1680. — Vor allem ist sein versöhnlicher Charakter hervorzuheben, vermöge dessen er es auch bewerkstelligen konnte, die entgegengesetztesten Parteien in der Medizin einander näher zu bringen. Wenngleich ihm die Chemie nichts neues verdankt, so erwarb er sich für unsere Wissenschaft doch ein Verdienst, indem er für die Einführung der chemischen Präparate mit voller Wärme eintrat.

In ähnlicher Weise wirkte *Hermann Conring*, geboren zu Norden (Ostfriesland) im Jahre 1606, gestorben als Professor der Medizin zu Helmstädt 1681. — Wenngleich dieser Gelehrte es an lauten und heftigen Angriffen auf die iatrochemischen Ansichten dieses Zeitalters nicht fehlen ließ, so vergaß er doch nicht, der Chemie die gebührende Anerkennung zu zollen und den Nutzen ihres Studiums hervorzuheben. Jedoch wollte er den Einfluß unserer Wissenschaft nur auf die Pharmazie beschränkt, nicht aber auf Erklärungen physiologischer und pathologischer Erscheinungen ausgedehnt wissen.

Nunmehr kommen wir zu einem Gelehrten, welcher das iatrochemische System mit einer eisernen Konsequenz durchführte, wie es noch niemand vor ihm getan hat. *De le Boë Sylvius* war es, der nach den Vorarbeiten der bisher besprochenen Gelehrten, chemische Begriffe in die Erklärung medizinischer Erscheinungen einzuführen, die Lehrgebäude aufrichtete, in welchen der Einfluß der Chemie auf die ganze Medizin ihren Kulminationspunkt erreicht, in welchen die damals noch so unmündige Scheidekunst als Reformatorin in der gesamten Heilkunst, als die Führerin des Arztes in allen seinen Vorstellungen und Handlungen proklamiert wurde.

Franz de le Boë Sylvius, einer edlen holländischen Familie angehörend, wurde 1614 zu Hanau geboren. Seine Studien absolvierte er an den Universitäten zu Sedan, Leyden und Basel, wo er zuletzt zum Dr. med. promovierte. Er ließ sich zunächst in Hanau, hierauf in Leyden und später in Amsterdam als Arzt nieder. In letztgenannter Stadt erwarb er sich in kurzer Zeit einen ausgezeichneten Ruhm als Arzt und Naturforscher.. Im Jahre 1658 als Professor der Medizin an die Universität nach Leyden berufen, umgab ihn dort ein ausgezeichneter Kreis von Schülern aus allen Ländern, und er war bis zu seinem Tode 1672 eine Zierde dieser Hochschule.

(Kupferstich-Kabinett, Berlin.)

Franz de le Boë (Dubois) Sylvius.

Barbariem purgat, revocat meliora docendo,
Erudit decrepitum concio multa senem.
Pharmaca conescit: nimium tribuisse Galeno
Dum studet, amores delegit usque suos.

(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Sylvius war, was wissenschaftliche Bildung anlangt, einer der bedeutendsten Männer seiner Zeit. Anfangs bewies er Mäßigung in seinem Auftreten, suchte die verschiedenen Parteien in ein versöhnendes Verhältnis zu bringen und betonte, daß man nicht gleich den Lehren hochangesehener Männer Glauben schenken solle, sondern alles selbst prüfen und die Erfahrung als obersten Richter ansehen müsse. — Aber je mehr Sylvius in Ansehen kam, desto einseitiger wurde er; ja er ging soweit in seiner Anmaßung, daß viele seiner Ansichten sich mit den Tatsachen nicht vereinbaren ließen. — Doch genug davon! Gehen wir zu der Betrachtung über, inwiefern de le Boë Sylvius in der Geschichte der Chemie eine dauernde Stellung einnimmt. Der Unterschied des arteriellen und venösen Blutes war ihm bekannt, und als Ursache der roten Farbe des ersteren betrachtete er die durch das Atmen aufgenommene Luft. Verbrennung und Respiration waren für ihn durchaus ähnliche Vorgänge. Wie in diesem letzteren Falle, so richtete Sylvius überhaupt sein ganzes Bestreben darauf, die im menschlichen Körper sich vollziehenden Prozesse, seien sie normale oder pathologische, als rein chemische zu erfassen. Der sauren alkalischen oder neutralen Reaktion der Säfte des Körpers wurde von ihm eine gleiche, wenn nicht noch höhere Bedeutung zugeteilt als von van Helmont, dem er in diesen wie in ähnlichen Fragen folgte. Ja, mit Vorliebe übertrug Sylvius chemische Erscheinungen in den Bereich physiologischer und pathologischer Prozesse, wobei er häufig auf Abwege geriet. Sein Bestreben war, die gesamte Medizin zu einer angewandten Chemie zu machen; dieses schlug, wie aber vorauszusehen war, fehl. Ebenso begreiflich ist auch, daß seine iatrochemischen Lehren weniger der Medizin Nutzen gebracht haben als der Chemie, und zwar dadurch, daß die gebildeten Ärzte, wollten sie solche Lehren verstehen, genötigt waren, sich mit chemischen Fragen eingehend zu beschäftigen. Ganz besonders galt dies von den neuen Heilmitteln, deren Bereitung und rationelle Anwendung chemische Kenntnisse voraussetzten.

Sylvius, der Verordnung heroischer Arzneien zugetan, scheute sich nicht, Höllenstein, Sublimat, Zinkvitriol zu innerlichem Gebrauch zu verordnen. Besonders begeistert war er für Antimon und Quecksilberpräparate.

Auf dem Gebiete der reinen Chemie sind nur wenige Beobachtungen von Sylvius zu verzeichnen, und wir wollen nur das Hauptsächlichste in Kürze hier anführen. Er machte auf den Unterschied aufmerksam, welcher zwischen Effervescenz und Gärung stattfindet, und zwar daß Gärung auf Zersetzung beruht, Aufbrausen hingegen von der Bildung einer neuen Ver-

bindung begleitet wird. — Die Metallfällung schrieb er mit Recht einer größeren Verwandtschaft des fällenden Metalles zur Säure zu, als die des bisher darin gelösten war. Charakteristisch ist, daß auch Sylvius noch an die Möglichkeit der Metallverwandlung und die veredelnde Kraft des Steins der Weisen glaubt. — Er wies zuerst das Vorkommen des flüchtigen Laugensalzes in Pflanzen, namentlich im Löffelkraut, nach. Durch die Ansicht, daß er den gemeinen Schwefel als aus Schwefelsäure und einem verbrennlichen Öl zusammengesetzt betrachtete, näherte er sich dem folgenden Zeitalter.

Von seinen Schriften, die meist medizinischen Inhalts sind, erwähnen wir einzelne Disputationen, welche über Sylvius als Iatrochemiker und Chemiker am ersten Aufschluß geben:

„De alimentorum fermentatione in ventriculo (1659)“,
„De chyli mutatione in sanguinem (1659)“,
„De respiratione usuque pulmonum (1660)“,
„De vasis lymphaticis ac lympha (1661)“.

Unter den Schülern des Sylvius zeichnete sich wohl keiner mehr aus wie Tachenius; zu Herford in Westfalen gebürtig, lernte er die Apothekerkunst in Lemgo. Von hier wegen Diebstahls fortgejagt, konditionierte er später als Apothekergehilfe in Kiel, Danzig, Königsberg und anderen Städten. Er wandte sich 1644 nach Padua, um dort Heilkunde zu studieren, und erwarb sich dort auch den Doktorgrad. Sein späteres Leben brachte er meist in Venedig zu; obwohl er besonderen Wert auf klare Beziehungen der Medizin zur Chemie legte, trug er kein Bedenken, mit Geheimmitteln argen Unfug zu treiben. Tachenius ist der letzte namhafte Iatrochemiker gewesen, der mit Begeisterung die Lehren von Sylvius vertrat. Als Verteidiger ähnlicher Ansichten sei neben ihm sein Zeitgenosse, der berühmte englische Arzt *Willis,* auf den wir nachher noch zurückkommen werden, erwähnt.

In der Beweisführung für die Zuverlässigkeit des iatrochmischen Systems unterscheidet Tachenius sich dadurch von den anderen Anhängern desselben, daß er nicht wie diese alle älteren Ärzte als unbedeutend verwarf und den richtigen Weg der Medizin erst durch Paracelsus und van Helmont eröffnet glaubte, sondern vielmehr nachzuweisen versuchte, daß bereits Hippokrates und Galen denselben Ansichten gehuldigt und dabei sich nur anderer Ausdrücke bedient hätten. Indem er unter der Bezeichnung Feuer in den Schriften dieser älteren Ärzte Säure, unter Wasser hingegen Alkali versteht, findet er das ganze iatrochemische System bereits bei Hippokrates vollständig entwickelt.

Was nun seine chemischen Kenntnisse anbelangt, so verdankt ihm die Chemie viele schätzbare Wahrnehmungen. Über die Alchemie war er aufgeklärter als alle seine Zeitgenossen und deckte viele Betrügereien auf, unter deren Deckmantel einzelne scheinbare Metallverwandlungen gläubige Zeugen gefunden hatten. Auch das Problem der Chemie, nämlich die Erkenntnis der wahren Zusammensetzung der Körper, welches vor Boyle als das wichtigste galt, hat er nicht unwesentlich gefördert. Von ihm stammt die erste brauchbare Bestimmung des Begriffes „Salz" als der Verbindung von Säuren und Alkalien. Seine Angaben über die Zusammensetzung einiger Verbindungen verraten großen Scharfblick, der sich auch in der Verwertung gewisser Reaktionen zum Nachweis von Substanzen bekundete. Auf solche Weise schuf Tachenius einen systematischen Aufbau für die Anfänge der qualitativen Analyse, und die Folge davon war, daß er sein Augenmerk auch den bei chemischen Prozessen stattfindenden, bisher kaum beachteten quantitativen Verhältnissen zuwandte. Es beweist dieses z. B. seine Ermittelung der Gewichtszunahme, die durch die Überführung des Bleies in Mennige stattgefunden hat. Für die analytische Chemie machte er gleichfalls einige wertvolle Beobachtungen; er zeigte z. B., daß sich ein Unterschied in der Farbe geltend machte, je nachdem man Sublimatlösung mit fixem oder mit flüchtigem Laugensalz fällt; er lehrte ferner, die Galläpfeltinktur als Reagens auch für andere Metalle als Eisen anzuwenden und die Farbe des Niederschlages als Erkennungszeichen zu benutzen.

Von seinen Schriften, die wie jene des Sylvius vorwiegend medizinische Probleme behandeln, erwähnen wir nur:

„Hippocrates chymicus (1668)",

„Tractatus de morborum principe (1666)".

Wenig Berücksichtigung verdient für uns der schon oben genannte englische Arzt *Thomas Willis* (geboren 1621 in der Grafschaft Wiltshire, gestorben 1675 zu London). Willis war einer der kräftigsten Verteidiger des Sylvius'schen Systems, der mit der Überzeugung von der Richtigkeit desselben auch noch den Glauben an die Paracelsischen Urstoffe Salz, Schwefel und Quecksilber verband. Trotzdem Willis mit Zähigkeit an dem iatrochemischen System festhielt, trug er doch zum Sturze desselben wesentlich bei.

Will man die Tragweite, welche das iatrochemische System für unsere Wissenschaft gehabt hat, feststellen, so hat man zu berücksichtigen, daß die Beschäftigung tüchtiger wissenschaftlicher Ärzte mit der Chemie zur Einlenkung letzterer in wissenschaftliche Bahnen wesentlich beigetragen

hat. Wenn die Iatrochemiker von zahlreichen Irrtümern und phantastischen Vorstellungen befangen waren, so finden sich bei ihnen doch viele zutreffende Arbeiten, welche auf die ganze Richtung des nächsten Zeitalters merklich eingewirkt haben. Erinnern wir uns an die Feststellung der genaueren Bestandteile der Salze und an die Lehren einer chemischen Verbindung, so müssen wir anerkennen, daß hierdurch die Hauptaufgabe der Chemie: „Erforschung der Körper" auf das beste gefördert wurde. Ja, noch mehr! Die Arbeiten über die Verbrennung bezw. Verkalkung von Metallen waren von größter Tragweite und nicht zuletzt übten van Helmonts Forschungen über die Gase einen gewaltigen Einfluß auf die Entwicklung der pneumatischen Chemie aus, von welcher der Anstoß zu der wichtigen Reform unserer Wissenschaft am Ende des 18. Jahrhunderts ausging.

Aus all diesem ergibt sich zur Genüge, daß viele Bestrebungen der Iatrochemiker mit den eigentlich chemischen Beobachtungen und Ansichten im engsten Zusammenhange stehen. Während ihre medizinisch-chemischen Lehren nach Mitte des 17. Jahrhunderts einem raschen Verfalle entgegengingen, eröffneten die der Chemie angehörenden Tatsachen und Ansichten neue wissenschaftliche Wege.

Bevor wir zu der neuen Epoche übergehen, wollen wir unseren Blick auf das eben besprochene Zeitalter der medizinischen Chemie zurückwerfen und in Kürze die Errungenschaften, die diese Zeit für unsere Wissenschaft hervorgebracht hat, erörtern.

Die Tendenz der medizinisch-chemischen Epoche lag vornehmlich darin, unsere Wissenschaft mit der Medizin auf das Engste zu verbinden; es lag somit sehr nahe, daß sich die Kenntnisse im Bereiche der chemischen Präparate, welche als Heilmittel dienen sollten, bedeutend erweitern mußten. Um dieses aber im richtigen Maße auszuführen, mußte man die neuentdeckten chemischen Verbindungen eingehender und in wissenschaftlicher Weise studieren. Hierdurch kam man darauf, sich mit den Produkten der Tierkörper mehr zu beschäftigen, und somit wurde der Grund zu der physiologischen Chemie gelegt, welcher zu Untersuchungen von Milch, Blut, Speichel usw. Veranlassung gab.

Wenden wir uns zunächst der Entwicklung der Pharmazie und der Kenntnisse chemischer Präparate zu.

Wie schon aus mehreren Stellen dieses Kapitels ersichtlich, ist vornehmlich die „pharmazeutische Chemie" die Schöpfung des iatrochemischen Zeitalters, und zwar aus dem Grunde, weil die Auffindung von künstlich herzustellenden Heilmitteln als Hauptzweck der Chemie gelehrt wurde.

(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

Neben dieser Neuerung haben wir aber gleichzeitig noch eine andere hervorzuheben, die für unsere Geschichte von großer Bedeutung ist, nämlich die, daß die Apotheker durch die zunehmende Beschäftigung mit künstlichen Präparaten tüchtige Chemiker wurden, die speziell in der kommenden Epoche an der wissenschaftlichen Ausarbeitung der Chemie hervorragenden Anteil hatten.

Anorganische Verbindungen. Glauber lehrte die Gewinnung der Salzsäure aus Steinsalz und Schwefelsäure, ferner die der rauchenden Salpetersäure aus Kalisalpeter und Arsenik kennen.

Libavius bewies, daß die auf verschiedenem Wege aus Alaun, Eisenvitriol, sowie Schwefel und Salpeter erzeugte Schwefelsäure ein und dieselbe Substanz war.

Durch diese Arbeiten bezw. durch das Verhalten der genannten Säuren zu den Metallen und zu den Salzen kam man zu der Kenntnis einer großen Zahl Körper, die teils noch nicht bekannt, teils auf die gleiche Art und Weise noch nicht bereitet waren, und somit glaubten die Iatrochemiker richtige Schlüsse von der Entstehungsweise sowohl, als auch von der Zusammensetzung ziehen zu können. Hierher gehören vor allem die aus vielen Metallen mit Salzsäure sich bildenden Chloride, die man früher durch Erhitzen jener mit Sublimat herstellte, wonach die Anwesenheit von Quecksilber in den Produkten angenommen wurde. Diese Annahme erklärte Glauber, welcher große Kenntnisse von Chloriden, z. B. des Zink- und Zinnchlorids, Arsen- und Kupferchlorids hatte, als irrig und betrachtete dieselben als Verbindungen von Metall und Salzsäure.

Gerade die Salze waren es, die in der medizinischen Chemie eine große Rolle spielten, und speziell wurde den Alkalisalzen, sowohl in theoretischer als auch in praktischer Hinsicht ein großes Interesse zugewandt. Wir haben z. B. bei Georg Agricola die Salpetersiederei ausführlich beschrieben, und der Kalisalpeter wurde nicht nur zur Schießpulverfabrikation in technischer Beziehung verwendet, sondern er wurde auch als Heilmittel hoch geschätzt. Paracelsus wandte das schwefelsaure Kali als Heilmittel an, während Sylvius das Chlorkalium unter dem Namen „sal febrifugum Sylvii“ als solches verordnete. Ferner galt als Medikament das aus Weinstein und Pflanzenaschen hergestellte kohlensaure Kali. — Vergessen wollen wir zwar nicht, daß man in der iatrochemischen Epoche noch stets einer Verwechselung von Kaliumsalzen mit denen des Natriums, sowie von Karbonaten mit Chloriden begegnet.

Bei den Ärzten erfreute sich das „sal mirabile“ (Glaubersalz), welches Glauber aus dem bei der Salzsäurebereitung bleibenden Rückstande erhielt,

des größten Ansehens. Borax wurde ausschließlich als Lötmittel verwendet.

Der Salmiak, welcher nach Sala, Tachenius und Glauber eine künstliche Bildung aus flüchtigem Laugensalz und Salzsäure war, wurde schon seit dem 17. Jahrhundert in Europa zu fabrizieren versucht. Nicht zu übersehen ist, daß die wahre Zusammensetzung des Salmiaks erst viel später erkannt wurde. Aber auch andere Ammoniaksalze fanden zu jener Zeit ausgedehnte Verwendung und wurden als Heilmittel sehr geschätzt; z. B. das kohlensaure Ammon, ferner das durch Glauber bekannt gewordene salpetersaure, sowie das essigsaure Ammon, welch letzteres nach seinem Entdecker, dem Arzt Raymund Minderer, „spiritus Mindereri" genannt wurde.

Erdsalze waren in jener Zeit noch sehr wenig bekannt; nur der Alaun, welcher durch Beimischen von gefaultem Harn zu der rohen Alaunlauge bereitet wurde, wurde in der Technik sehr geschätzt und auch in großem Maßstabe fabriziert. Ferner waren im 17. Jahrhundert der Gips, das Chlorcalcium, der salpetersaure Kalk bekannt.

Für die Entwicklung chemischer Kenntnisse und zugleich für die Iatrochemie waren die Salze der schweren und edlen Metalle, sowie einige Präparate von Halbmetallen, wie Arsen, Antimon, Wismut von allergrößter Bedeutung.

Wir haben bereits bei Basilius Valentinus erfahren, daß er schon eine große Anzahl Antimonpräparate zu bereiten gelehrt und zu innerlichem Gebrauch empfohlen hatte. Infolge Mißbrauches antimonhaltiger Geheimmittel kam ein scharfes Verbot auf, Antimon nicht mehr verwenden zu dürfen, bis Sylvius durch seine Bemühungen es durchsetzte, daß die Antimonpräparate wieder mehr und mehr in Anwendung kamen. Auch Antimon selbst wurde in Pillen verordnet. Lemery sagt in seinem „Cours de Chimique" (1675) über den nicht gerade einladenden Gebrauch dieser Pillen folgendes: „Lorsqu'on avale la pillule perpetuelle, elle est etrainée par sa pésanteur, et elle purge par bas; on la lave et on la redonne comme davant, et ainsi perpetuellement".

Glauber machte sich ferner um die genauere chemische Kenntnis von Antimonverbindungen verdient. In jene Zeit fällt die Aufnahme des Kermes minerale, des Sulfaurats, des Algarotpulvers, nach dem Veroneser Arzt Victor Algarotus so genannt und von diesem als „pulvis angelicus" bezeichnet, sowie des antimonsauren Kali in den Arzneischatz.

Wenngleich über Arsenik, aus welchem das metallische Arsen bereitet wurde, sowie über andere Arsenverbindungen noch große Unklarheit herrschte, so dürfen wir nicht übersehen, daß Paracelsus das

arensaure Kali, welches er durch Schmelzen des Arseniks mit Kalisalpeter gewann, mit Vorliebe als Heilmittel „arsenicum fixum“ anwandte; dagegen wurde von Glauber das Chlorarsen zuerst beobachtet. Wismutpräparate fanden damals seltener Verwendung zu medizinischen Zwecken, obwohl die Ähnlichkeit des Wismuts mit dem Antimon, die manchen zu Verwechselungen beider geführt hatte, den Iatrochemikern nicht entgangen war. Nach Agricolas Angabe wurde das Wismutoxyd als Farbe verwertet, das basisch salpetersaure Wismut dagegen als Schminke geschätzt.

Ebenfalls lernte man im 16. Jahrhundert von den Zinkverbindungen das Zinkoxyd, das Zinkvitriol, „chalaanthum candidum“, sowie das Chlorzink genauer kennen. — Libavius erhielt aus dem Zinn durch Destillation mit Quecksilberchlorid, Zinnchlorid, welches er, Quecksilber darin annehmend, „spiritus argenti vivi sublimati“ nannte; später hieß es, wie wir auch schon bereits erwähnten: „spiritus fumans Libavii“. Drebbel machte seit etwa 1630 die durch Behandeln des Zinns mit Königswasser erhaltene Lösung für manche Färbezwecke und zwar als Beize nutzbar.

Glauber verdankt man die Entdeckung und Untersuchung des Eisenchlorids und Chlorbleis. Letzteres wurde anstatt Bleiweiß als Malfarbe verwendet. Erwähnen wollen wir hier, daß sich Georg Agricola nicht nur durch die Beschreibung der Gewinnung von Eisen und Kupfervitriol verdient machte, sondern daß er auch die Darstellungsmethoden vieler früher schon bekannter Metallsalze erheblich verbesserte.

Ganz besonders verdient die Herstellung und Verwendung von Quecksilberverbindungen Erwähnung. Wenn auch die Ärzte der alten Schule gar nicht dazu zu bringen waren, die Mercurialarzneien anzuwenden, so gelang es doch den Bemühungen Paracelsus' und seiner Schule, dieses Vorurteil zu überwinden. Paracelsus scheute sich auch nicht, den Gebrauch von metallischem Quecksilber, fein zerteilt in Pillen, sowie von Sublimat und sogenanntem „Mineralturpeth“ (basisch kohlensaures resp. schwefelsaures Quecksilberoxyds) anzuraten. Die Folge davon war, daß sich die Kenntnisse der Quecksilberverbindungen beträchtlich vermehrten. Wir wollen nun noch das Calomel und den weißen Präzipitat, aus Sublimat und Ammoniak bereitet, als geschätzte Heilmittel hervorheben. Die richtige Erkenntnis, daß der Zinnober aus Quecksilber und Schwefel bestehe, brach sich in jener Zeit Bahn, wie auch die, daß das Quecksilber selbst nicht zu den Halbmetallen, sondern zu den richtigen Metallen gehöre.

Von den Silberverbindungen wurde der Höllenstein von Sala als Heilmittel empfohlen. Zu bemerken wäre, daß auch noch andere Silbersalze, wie z. B. schwefelsaures Silber und Chlorsilber bekannt waren, auch wurde

die Bildung des letzteren durch Fällen von Silberlösung mit Salzsäure oder Salzwasser und die umgekehrte Reaktion analytisch zum Nachweis von Silber resp. Chloriden verwertet. Hieran anschließend ist somit der Anfang der qualitativen Analyse von Körpern auf nassem Wege im iatrochemischen Zeitalter zu suchen, und zwar insofern aus dem Aussehen und dem Verhalten von Fällungen, sowie von auskristallisierten Salzen Schlüsse auf die Gegenwart des einen oder des anderen Stoffes gezogen wurden. Wir erwähnen z. B. den Iatrochemiker Tachenius, der nicht nur auf die Unterscheidung solcher Niederschläge nach der Farbe ganz besonderen Wert legte, sondern auch mit Hilfe einiger Reagentien (Galläpfeltinktur, kohlensaures Kali und Ammon, Ätzkali und dergleichen) mehrere Metalle in Lösungen nebeneinander aufzufinden wußte.

Wenn wir zu den organischen Verbindungen übergehen, so müssen wir vorausschicken, daß die Kenntnisse von denselben infolge der vermehrten Beschäftigung mit den Produkten pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels zwar bedeutend zunahmen, jedoch blieben die Erklärungen für solche Körper völlig unvollkommen und oberflächlich, weil man über die Zusammensetzung derselben gänzlich im Unklaren war. In dieser Hinsicht kommt in erster Linie die Essigsäure, deren Salze man in der Medizin mit Erfolg anzuwenden verstand, in Betracht. Glauber lehrte, wie wir auch bereits erwähnten, aus Holz ein Destillat herzustellen, welches der Essigsäure täuschend ähnlich war. Eine verstärkte Essigsäure erhielt man durch Destillation von Grünspan (Kupferspiritus oder Radikalessig). Libavius hatte die schon früher bekannten Bleisalze, wie Bleizucker und Bleiessig, näher untersucht und als Heilmittel verwendet. Auch wurde die durch Erhitzen von Bleizucker übergetriebene Flüssigkeit, welche bekanntlich Aceton enthält, näher untersucht, und es schien, daß man ihr insofern einen großen Wert beilegte, weil man sie als Quintessenz bezeichnete.

Wenn der Weinstein auch schon lange bekannt war, so lernte man die weinsauren Salze in dieser Epoche doch erst als Heilmittel schätzen. Für Weinstein gebrauchte man die Bezeichnung „tartarus“. Dieser Name galt aber auch für verschiedene andere Salze und ähnliche Körper, so z. B. für die Kalisalze, sofern sie aus calciniertem Weinstein bereitet waren, ferner für die Sedimente aus Lösungen, insbesondere aus tierischen Sekreten. Auch die Salze anderer Pflanzensäuren nannte man meistens „tartarus“, z. B. das Sauerkleesalz, das neutrale weinsaure Kali, nach seiner Darstellung aus Weinstein und Weinsteinsalz als „tartarus tartarisatus“. Ferner wurde das weinsaure Kali-Natron, welches nach seinem Ent-

decker Seignette (Apotheker in La Rochelle) „Seignettesalz“ genannt wurde, der Kenntnis der Chemiker erschlossen.

Für den Arzneischatz aber noch viel bedeutender als die eben genannten Salze ist der Brechweinstein. Der holländische Arzt Mynsicht gewann zuerst denselben aus Antimonoxyd und Weinstein, während Glauber ihn noch genauer kannte. Erwähnen wollen wir noch kurz, daß man, um den Genuss von geringen Mengen Brechweinstein zu ermöglichen, Wein in Kelchen aus Antimon stehen ließ. Durch Sala wurde der eisenhaltige Brechweinstein „tartarus chalybeatus“ bekannt.

Paracelsus verwandte das Destillat von Weinstein „spiritus tartari“, welches Brenzweinsäure enthält, als Arznei.

Nahe verwandt mit Weinsäure ist die Bernsteinsäure; Libavius sowohl als auch Croll erwähnen das Destillat der letzteren unter dem Namen Bernsteinsalz „flos succini“. Lemery jedoch erkannte erst im Jahre 1675 ihre saure Natur. Ebenfalls fand der saure Saft der Äpfel und anderer Früchte Anwendung in der Arznei. Dagegen gewann der französische Arzt Blaise de Vigenère (1522—1596) durch Sublimation aus Benzoëharz die freie Benzoësäure. Turquet de Mayerne lehrte die heute noch übliche Darstellung der Benzoësäure der Ph. G. IV geschickt auf trockenem Wege durch Sublimation aus der Surinam Benzoë. Seit Paracelsus bediente man sich des gerbstoffhaltigen Stoffes von Galläpfeln, sowie des Extraktes von Eichenrinde — ohne jedoch die Gerb- bezw. die Gallussäure zu isolieren — zum Nachweis des Eisens in Lösungen, namentlich in Mineralwässern.

Die alte Wahrnehmung, daß die Fette von den Alkalien und Metalloxyden chemisch verändert werden, führte in dieser Epoche noch nicht zu der Erkenntnis der Fettsäure; jedoch nahm der scharfsinnige Tachenius an, daß das Öl oder Fett eine verborgene Säure enthält.

Die höchste Beachtung fand im Zeitalter der Iatrochemie der Weingeist oder das Lebenswasser „aqua vitae“, und zwar sowohl in theoretischer Hinsicht, als Produkt verschiedener Gärungsprozesse, als auch in praktischer Beziehung, indem Paracelsus und seine Anhänger denselben zur Herstellung von Essenzen und Tinkturen verwerteten. Seit Libavius bezeichnete man den Weingeist als Alkohol „olcool“; dieser Name hatte aber früher eine ganz andere Bedeutung, und zwar wurde derselbe für einen fein zerteilten Körper, sowie für verschiedene Substanzen, z. B. Schwefelantimon, Essig usw. gebraucht.

Dem deutschen Arzte *Valerius Cordus* verdanken wir die erste genaue Kenntnis des aus Weingeist mittels Schwefelsäure entstehenden

Äthers. Die von ihm herrührende Vorschrift zur Gewinnung desselben wurde erst nach seinem Tode veröffentlicht und der Äther als „oleum vitrioli dulce verum“ um das Jahr 1560 in die Pharmacopöen aufgenommen. Ein Gemisch von Alkohol und Äther, welches man „Hoffmannstropfen“ nannte, erfreute sich großer Beliebtheit.

Schließlich hätten wir noch einige verbesserte Darstellungsmethoden, z. B. bei der Extraktion von Zucker aus dem Zuckerrohr, dessen Saft durch Eiweiß und Kalk geklärt wurde, hervorzuheben, bemerken aber hierbei, daß die wissenschaftliche Erkenntnis solchen Körpern gegenüber auf niedrigster Stufe stehen blieb.

Wenden wir uns nunmehr zu der technischen Chemie dieses Zeitalters, deren wichtigste Vertreter Georg Agricola und Bernhard Palissy sind und die wir als solche schon gekennzeichnet haben.

In der Metallurgie weisen Agricola und Libavius zuerst darauf hin, wie es möglich ist, eine annähernde Bestimmung des Metallgehaltes eines Erzes anzugeben, und aus diesen Anfängen hat sich die Probierkunst entwickelt. Die wissenschaftliche Behandlung der angewandten Chemie erhellt ferner daraus, daß man Nebenprodukte, welche man bis zur Zeit nicht benutzte, verwerten konnte, z. B. den beim unvollkommenen Rösten von Kiesen entweichenden Schwefel kondensierte usw. Was die Kenntnis in Bezug auf die Gewinnung und Verarbeitung einzelner Metalle anlangt, so wurde dieselbe durch die Arbeiten Agricolas auf das glänzendste gefördert. Erinnern wir uns nur an die Trennung des Goldes vom Silber mittels Salpetersäure, welche in Venedig zum ersten Male in größerem Maßstabe am Ende des 15. Jahrhunderts vollzogen wurde, ferner an das Amalgamationsverfahren, welches man zuerst in Mexiko gegen Mitte des 16. Jahrhunderts zum Ausscheiden des Silbers aus den Erzen anwandte; dieses Verfahren kam jedoch in Europa erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts in Gebrauch. Nicht zu vergessen ist, daß gerade in jene Epoche die ersten sicheren Beobachtungen über die Herstellung von Rubinglas mittels Gold fallen. Ja, man untersuchte die Salze des letzteren sowohl, als auch die des Silbers sehr genau, um dieselben der Medizin nutzbar zu machen.

Bezeichnend ist es, daß bei Libavius die alte Vorstellung noch immer geltend war, daß eine Metallverwandlung vor sich gegangen sei in Bezug auf Eisen und Kupfer durch Einwirkung von Vitriolwasser auf das erstere; dagegen erkannte van Helmont sowohl, als auch Sala die Präexistenz des Kupfers an. Wie schon des öfteren erwähnt, wurden die metallurgischen Operationen zur Gewinnung des

Valentin Cordus.

Fortiter aggressus Myropolas ornat et auget,
Egregios addit, iungit et arte modos.
Dumque viget Romae tenerae sub flore iuventae
Invida Germanis sustulit hora decus.

(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Eisens durch die Arbeiten Georg Agricolas bekannt. Ganz besonders wollen wir an dieser Stelle den Frischprozeß, mit welchem die Stahlerzeugung vor sich geht, hervorheben. Allgemein wurde der Stahl noch als „reineres Eisen" betrachtet. — Das Zinn fand meistens Anwendung zur Verzinnung des Eisens. Auf jeden Fall hatten die Iatrochemiker den Metallen selbst weniger Interesse zugewandt, sondern hauptsächlich ihren Salzen, die sie ihrem Arzneischatze einzuverleiben bestrebt waren.

Berücksichtigen wir zunächst noch andere technisch-chemische Zweige, z. B. die Glasbereitung und die Töpferei. Auf diesem Gebiete steht jedenfalls Palissy im iatrochemischen Zeitalter unerreicht da. Gerade durch seine eifrigen Bemühungen wurden der keramischen Industrie viele Neuerungen erschlossen. Vor allem erinnern wir an die Herstellung schöner haltbarer Emaille auf irdenen Geschirren, speziell die der Fayence. In seinem Werke „L'art de terre" sind seine Beobachtungen über die Brauchbarkeit der verschiedenen Tonarten zu keramischen Zwecken niedergelegt mit der Tendenz, daß nur die Macht der experimentellen Methode gegenüber der unsicheren Theorie aufklärend wirken kann. — Auch sei der Forscher Porta, welcher um die Mitte des 16. Jahrhunderts lebte, genannt; derselbe war auf demselben Gebiete erfolgreich tätig. Was die Glasbereitung anlangt, so blieb diese Kunst hinter der keramischen Industrie nicht zurück. Dieser technische Zweig hatte großartige Fortschritte aufzuweisen. Von den venezianischen Fabriken, deren Produkte aus der damaligen Zeit noch heute Kunstkenner entzücken, verbreitete sich die Kunst, Gläser in bunten Farben und von verschiedenem Lichtbrechungsvermögen herzustellen, in andere Länder, und wir glauben allen Grund zur Annahme zu haben, daß es gerade der Florentiner Antonio Neri war, der in seinem Werke: „De arte vitraria" (1640) seine reichen Erfahrungen auf diesem Gebiete niedergeschrieben hatte. Hierbei wollen wir nicht vergessen zu erwähnen, daß man schon damals eine große Geschicklichkeit hatte, Edelsteine nachzuahmen. Der bereits oben genannte Forscher Porta hatte verschiedene diesbezügliche Vorschriften hierüber gegeben. Eine wichtige Entdeckung dürfen wir nicht unerwähnt lassen, nämlich die des Kobaltblaues. Diese Errungenschaft haben wir dem Glasbläser Christoph Schürer zu verdanken. Er erhielt dieses Produkt durch Zusammenschmelzen von Wismutgruppen (den kobalthaltigen Rückständen der Wismutbereitung) mit Glas, und es wurde unter verschiedenen Namen wie Zaffer, von Saphir abgeleitet, später Smalte, ein hervorragendes Handelsprodukt.

Noch einen technischen Zweig unserer Wissenschaft, der in jener Epoche große Früchte zeitigte, müssen wir hervorheben, es ist die Färberei.

Zunächst kommt die Tinktorialindustrie in Betracht, die durch die gesteigerte Einfuhr von Indigo und Cochenille, eine Folge der Entdeckung Amerikas und des Seeweges nach Ostindien, einen großen Aufschwung genommen hatte. Es war wiederum ein Venezianer, namens Rosetti, der im Jahre 1540 ein Handbuch verfaßte, aus dessen Inhalte sich ein jeder Färber gut orientieren konnte. Besonders wollen wir darauf hinweisen, daß manche verbesserte Methode, Farbstoffe auf Zeugen zu fixieren, z. B. die Anwendung von Zinnlösung, sowie Beizen der Stoffe mittels Alaun und Eisensolutionen, in dem 16. Jahrhundert aufgefunden wurde. Wie auch schon erwähnt, gebührt Glauber das Verdienst, durch seine zahlreichen Beobachtungen dieses technische Gebiet besonders gefördert zu haben.

Gegen Ende des 15. Jahrhunderts entstand ein neues Gewerbe, und zwar die Branntweinbrennerei. Bis zu dieser Zeit wurde nur der Weingeist als Medikament gebraucht, jedoch schätzte man ihn immer mehr, und zwar in einer beliebigen Verdünnung als Getränk. Die Folge davon war, daß sich dieser Industriezweig weiter ausbreitete und das Destillierverfahren sich vervollkommnete, welches auch den chemischen Laboratorien zu Gute kam. Wie groß das Interesse war, das sich diesem Gebiete zuwandte, dafür geben die zahlreichen in dieser Zeit erschienenen Werke über die Kunst des „Destillateurs“ den besten Beweis.

Der geniale *Palissy* legte den eigentlichen Grund zur Agrikulturchemie, indem er auf die große Bedeutung der löslichen Salze in den Düngemitteln aufmerksam machte. Palissy empfahl Mineralsubstanzen, wie z. B. den Mergel als Zusatz zum Dünger.

Nachdem wir nunmehr die Errungenschaften des iatrochemischen Zeitalters auf medizinisch-, sowie auf technisch-chemischen Gebieten eingehend besprochen haben, wenden wir uns dem Verfall der Tendenz dieser Epoche zu. Wir haben aus der ganzen Betrachtung des medizinisch-chemischen Zeitalters ersehen, daß die Chemie als Magd der Heilkunst gedient hat. — Aber, als sich Männer einfanden, die die Chemie als selbständige Wissenschaft ansehen wollten, mußte naturgemäß das alte System fallen und die ganze Chemie eine andere Gestalt annehmen. An die Stelle der medizinisch-chemischen Tendenz tritt nunmehr eine andere; die Chemie trennt sich von der Medizin und erhebt sich zu einer selbstständigen Wissenschaft. Ja, der Geist der Zeit, welcher sich für die Astronomie und Physik in Keppler (1571—1630), in Galilei (1564—1642), in Toricelli (1647 †) geltend machte, ging auch auf die Chemie über. Mit dem Anfange des 17. Jahrhunderts war man von der Sucht durchdrungen,

(Musée de Cluny.)
(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

nur die Wahrheit zu erforschen, und somit wurden die durch die Alchemie, durch die Iatrochemie veranlaßten chemischen Wahrnehmungen die Anhaltspunkte eines höheren Strebens. Dieser richtige Weg war schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts erkannt; wir erinnern nur an Franz Bacon von Verulam (geboren 1561 in London, Großkanzler von London 1619, gestorben 1626). Dieser Gelehrte hob besonders hervor, daß die Erfahrung vor allen Dingen in richtiger Weise zu würdigen sei, und zeigte, wie Beobachtungen und Versuche einen festeren Grund zu einem wissenschaftlichen Gebäude abgeben, als bloße Schlüsse aus allgemeinen Prinzipien. Nicht allein das, Bacon von Verulam trug hauptsächlich zu der Verbreitung der Wahrheit bei, daß in allen Erfahrungswissenschaften die Erkenntnis der richtigen Ansicht nur durch fortgesetzte Generalisierung möglich ist, die von den sorgfältigst konstatierten Einzelheiten ausgehend keinen Schritt vorwärts tun darf, ohne die Sicherheit ihres Ganges durch zahlreiche Erfahrungsgründe nachweisen zu können und daß nur auf diese Art allgemeine Gesetze gefunden werden können, deren Wahrheit sich daran erprobt, daß sie wieder umgekehrt die kleinsten Einzelheiten jeder richtigen Beobachtung in sich fassen.

Dieser Mahnruf erntete jedoch nur Begeisterung auf dem Gebiete der Physik, während die Vertreter der Chemie noch immer am Althergebrachten festhielten, bis sich am Anfange des 17. Jahrhunderts Männer fanden, welche dem wissenschaftlichen Geiste Folge leisteten, und somit sehen wir für unsere Wissenschaft eine Epoche anbrechen, wo sie selbständig die Erforschung der Zusammensetzung und Zerlegung aller Stoffe sich zur Aufgabe macht. Wir wenden uns nun zu dem neuen Zeitalter der Phlogistontheorie oder dem der Lehre vom Feuerstoffe, mit der Tendenz, eine Erklärung der Grundphänomena zu geben; die Chemie, losgelöst von praktischen Tendenzen, sucht den Weg zur reinen Wissenschaft!

Fünfter Abschnitt.

Das Zeitalter der Phlogistontheorie von Boyle bis Lavoisier.

Mit dem Sturze des iatrochemischen Zeitalters beginnt für die Chemie eine neue Epoche, die sich von der Mitte des 17. bis zu dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts erstreckt, und die wir als das „phlogistische" Zeitalter bezeichnen.

Wenn man diese neue Epoche kurz charakterisieren soll, so ist zunächst zu bemerken, daß von nun an die wissenschaftliche Chemie zum Bewußtsein des wahren Zweckes, den sie erfüllen soll, gelangt; sie tritt nämlich von diesem Moment an als selbständige Wissenschaft in die Reihe der Naturwissenschaften ein. Letzteres war bei der Chemie bisher noch nicht der Fall. Wir haben aus den früheren Abhandlungen erfahren, daß sie im alchemistischen Zeitalter nur zur Goldmacherei und damit verbundenen chemischen Operationen benutzt wurde, die Iatrochemiker bemächtigten sich ihrer, um speziell der Medizin gute Dienste zu leisten. Nunmehr tritt für die Chemie eine neue Richtung ein, die Chemie sucht den Weg zur reinen Wissenschaft! das ist: die Chemie verfolgt nunmehr einzig und allein die Aufgabe, die Zusammensetzung und Zerlegung der Körper zu erkennen, die Erscheinungen, mit welchen Entstehen und Zerlegung vor sich gehen, die Gesetze, nach welchen diese Vorgänge eintreten, zu erforschen und endlich zu bestimmen, inwiefern die chemischen Eigenschaften von der Zusammensetzung abhängig sind; kurz gesagt, wir finden in dieser Epoche die Erkenntnis der chemischen Wahrheiten als letzten Zweck der Chemie.

Es ist ja richtig, daß in den alchemistischen und iatrochemischen Zeitaltern mancher Grundstein zur wissenschaftlichen Arbeit gelegt wurde; man hatte sich aber auch nur einfach mit diesen begnügt, und den Chemikern

der vorliegenden Zeit war es vorbehalten, die Beantwortung der schwebenden Fragen zu versuchen.

Das Hauptziel, welches die Gelehrten des phlogistischen Zeitalters verfolgten, war die Erklärung der qualitativen Erscheinungen; die Chemiker dieses Zeitalters nahmen die Ansicht auf, daß ähnliche Erscheinungen von ähnlichen Ursachen bewirkt werden müßten, sie suchten die hervortretendsten Eigenschaften der verschiedenen Körper durch die Annahme chemischer Elemente zu erklären; bei Körpern, welche eine und dieselbe wichtigste Eigenschaft wahrnehmen lassen, glaubten sie dieses Gemeinsame der Qualität dem gemeinsamen Gehalt an einem und demselben Bestandteil zuschreiben zu müssen. (Vergl. Kopp, Geschichte der Chemie, S. 147 ff.) Insofern war es den Chemikern vorbehalten, aus Beobachtungen theoretisch Schlüsse zu ziehen und umfassende Ideen in die Chemie zu bringen, nur muß man dabei bemerken, daß sie bei Lösung der Fragen einen einseitigen Standpunkt vertraten, indem sie sich nur mit den qualitativen Erscheinungen begnügten. Auf jeden Fall hat dieses Zeitalter den Grundstein zu der wissenschaftlichen Forschung gelegt und somit die darauf kommende Epoche auf die quantitativen Bestimmungen vorbereitet.

Das jetzt zu behandelnde Zeitalter nennen wir das der Phlogistontheorie. Fragen wir nun zunächst, was verstehen wir denn eigentlich unter Phlogistontheorie? Phlogiston heißt wörtlich übersetzt so viel als Verbrennung, Verkalkung. Z. B. wußte Boyle, daß Verbrennung nur bei Gegenwart von Luft erfolgt, daß dabei ein Teil der Luft verschwindet und das Verbrennungsprodukt schwerer ist als der unverbrannte Körper. Stahl erforschte mit großem Scharfsinn den Verbrennungsprozeß, aber er berücksichtigte ausschließlich dessen qualitative Seite und betrachtete die Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung für den Chemismus der Verbrennung als unwesentlich; deshalb konnte er annehmen, daß die Brennbarkeit der Körper von einem Gehalt an dem hypothetischen Phlogiston abhänge. Nach ihm besteht z. B. Blei aus Bleikalk und Phlogiston, welch letzteres bei der Verbrennung ausgetrieben, beim Erhitzen von Bleikalk mit der sehr phlogistonreichen Kohle aber wieder aufgenommen wird. Die hervorragenden Eigenschaften der Körper werden nach Aristoteles durch etwas materiell in ihnen Enthaltenes bedingt, und somit galt die Existenz des Phlogistons, der ponderablen Feuermaterie, für sicher, obwohl es nicht dargestellt werden konnte. Die Phlogistiker haben — wenn sie sich auch nur auf qualitative Bestimmungen beschränkten — keineswegs die Anwendung der Wage vernachlässigt, sie berücksichtigten auch, wo sie es vermochten, die quantitativen Verhältnisse sehr genau, aber die

Gewichtszunahme bei der Verkalkung, deren Kenntnis nach unseren heutigen Anschauungen die Phlogistontheorie ganz unhaltbar erscheinen läßt, war ihnen unerklärlich. Stahl so wenig wie seine Nachfolger wußten sie zu deuten, und die Phlogistontheorie galt genau so lange, bis man den Schlüssel zu dieser Erscheinung fand.

In der phlogistischen Epoche haben wir nicht nur ein wissenschaftliches Arbeiten der Chemiker zu verzeichnen, sondern das Hinzutreten eines sehr wichtigen Faktors, der Physik, welche sich in dieser Zeit schon mächtig entfaltet hatte. Der Kanzler Francis Bacon kennzeichnete das Wesen der induktiven Methode mit folgenden treffenden Worten: „Der Mensch kann auf keine andere Weise die Wahrheit enthüllen als durch Induktion und durch rastlose, vorurteilsfreie Beobachtung der Natur und Nachahmung ihrer Operationen. Tatsachen muß man zuerst sammeln, nicht durch Spekulation machen.“ Wenn Bacon mit solchen Worten auch keine neuen Gedanken aussprach, so wollte er damit die große Bedeutung der Erfahrung besonders hervorheben, wie sie ja auch schon von seinen Vorgängern Palissy, L. de Vinci, Paracelsus u. a. erkannt worden war. Vielfach wird angenommen, daß Bacon der Schöpfer der induktiven Methode sei; diese Auffassung ist aber durchaus unrichtig, und das hat Liebig in einer Reihe von Aufsätzen in seinen „Reden und Abhandlungen“ (1874) auf das Schlagendste bestätigt.

Der Einfluss der gelehrten Gesellschaften, die in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts und zu Anfang des 18. Jahrhunderts ins Leben gerufen wurden, ist insofern auf die Entwicklung der Chemie nicht zu unterschätzen, als sie durch Veröffentlichung periodischer Schriften dafür sorgten, daß chemische Untersuchungen in weiten Kreisen bekannt wurden, um so weniger, als von diesen Akademien aus viele Anregungen zur Anstellung von Versuchen, welche der Prüfung und Mitbeobachtung von Fachgenossen zugänglich gemacht wurden, ausgingen. Nicht zuletzt hatten die gelehrten Gesellschaften das Gute, daß sie die so fruchtbare Wechselwirkung zwischen der Chemie und verwandten Zweigen der Naturwissenschaften dadurch förderten und die Vertreter derselben in nähere Berührung brachten. Bei dem amtlichen Charakter und dem hohen Einflusse, welchen mehrere dieser Gesellschaften bald gewannen, konnten nun Arbeiten unternommen werden, die einzelnen auszuführen unmöglich gewesen wäre.

Besonders in den Ländern, wo Schiffahrt und Handel blühten, gewannen dahin einschlagende Untersuchungen und Entdeckungen durch den Einfluß der gelehrten Gesellschaften wissenschaftliches Interesse; das An-

sehen, welches diese genossen, brachte es denn auch zu bedeutenden Ansprüchen: vermehrte Forderungen an die weitesten Kreise im Staate in Beziehung auf wissenschaftliche Bildung.

Im Jahre 1648 hatte sich unter der Protektion des Großherzogs Ferdinand II. in Florenz eine Gesellschaft konstituiert, die es sich zur Aufgabe machte, naturwissenschaftliche Experimente und Studien zu treiben. Die Akademie, die 1657 von dem Bruder des Großherzogs, Prinz Leopold, reorganisiert wurde, hat sich auch große Verdienste um die Förderung der Naturwissenschaft erworben. Auch England befaßte sich mit der Gründung derartiger wissenschaftlicher Gesellschaften und zwar in Oxford und London (1645), 1659 vereinigten sich die Gesellschaften zu einer einzigen mit dem Sitze in London; von König Karl II. i. J. 1662 als „Royal Society" anerkannt, wurde sie auch gleichzeitig mit Privilegien ausgestattet. Von 1666 an publizierte die Gesellschaft ihre Druckschriften unter dem Titel: „Philosophical Transactions", die von sehr hoher Bedeutung für das damalige wissenschaftliche Arbeiten waren. Auch Deutschland beteiligte sich an der Gründung derartiger Anstalten; in Wien wurde die „Academia naturae curiosorum" konstituiert, die ihrem hohen Gönner Leopold I. zu Ehren den Namen der „Caesarea Leopoldina" führte. Friedrich I. stiftete 1700 die Berliner Akademie, die „Académie royale" entstand i. J. 1666 in Paris, und in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts folgten die nordischen Länder mit Gründung gelehrter Gesellschaften, so z. B. die Petersburger Akademie 1725, die Stockholmer 1739 und die Kopenhagener 1743.

Einer der Stifter der „Royal Society", der auch das neue Zeitalter der Phlogistontheorie eröffnete, war Boyle, der die Chemie zur selbständigen Wissenschaft erhob, die sie von der Zeit an auch mit großem Erfolge blieb.

Gleich nach der Mitte des 17. Jahrhunderts tritt uns der Forscher vor Augen, der als bahnbrechender Genius dem nun beginnenden Zeitalter neue Wege gezeigt hat. E. v. Meyer (Geschichte d. Chemie, S. 90) sagt von ihm: „Der Geist echter Naturforschung, frei von den Fesseln alchemistischer und iatrochemischer Vorstellungen, beseelte diesen merkwürdigen Mann, dem die Chemie es zu danken hat, daß sie ihren wahren Zielen nachzustreben lernte." *Robert Boyle* wurde als 14. Sohn des Earl of Cork am 25. Januar 1627 zu Lismore in Irland geboren; anfangs dem geistlichen Stande bestimmt, besuchte er das Collegium zu Eton, woselbst er eine ausgezeichnete Erziehung erhielt (vergl. Thorpes lebensvolle

Schilderung über das Leben und Wirken Rob. Boyles in „Essays on historical chemistry“ S. 1 ff.); alsdann widmete er sich ernsten Studien auf seinen Reisen in Frankreich, der Schweiz — er verweilte längere Zeit in Genf — und Italien; 1643 kehrte er in sein Vaterland zurück und lebte in stiller Zurückgezogenheit auf seinem Landsitze Stalbridge, seine Studien fortsetzend. 1654 siedelte Boyle nach Oxford über; dort machte er die Bekanntschaft mit hervorragenden Gelehrten, wodurch Boyle in die Gesellschaft „invisible college“, die die Gründung einer „Royal Society“ in Anregung brachte, aufgenommen wurde. Von 1668 an nahm er seinen Wohnsitz in London und setzte auch hier seine in Oxford begonnenen wissenschaftlichen Studien fort, arbeitete für die im Jahre 1663 gegründete wissenschaftliche Gesellschaft und wurde 1680 Präsident der Society, welche Stellung er bis zu seinem Tode 1691 inne hatte. Sein Leben war weiter nichts als eine Reihe vorzüglicher und die Wissenschaft fördernder Handlungen; sein Charakter war edel und bescheiden, seine tiefe Religiosität hat bei der Mit- und Nachwelt Bewunderung erregt. In Boyle sehen wir einen Gelehrten vor uns, der mit den nötigen Geistesgaben und einer tiefen Herzensbildung ausgerüstet sich bemühte, die Natur nach bestem Können zu erforschen. Es ist bei ihm nicht die Sucht, den Stein der Weisen zu finden, auch nicht die Absicht, die Chemie einer anderen Wissenschaft zur Verfügung zu stellen, sondern einzig und allein lauteres Streben nach Wahrheit. Boyle selbst gibt sein wissenschaftliches Programm in seinem „Preliminary discourse“ mit folgenden Worten wieder: „Die Chemiker haben sich bisher durch enge Prinzipien, die der höheren Gesichtspunkte entbehren, leiten lassen. Sie erblickten ihre Aufgabe in der Bereitung von Heilmitteln, in der Extraktion und Transmutation der Metalle. Ich habe versucht, die Chemie von einem ganz anderen Gesichtspunkte zu behandeln, nicht wie dies ein Arzt oder Alchemist, sondern ein Philosoph tun sollte. Ich habe hier den Plan einer chemischen Philosophie gezeichnet, die, wie ich hoffe, durch meine Versuche und Beobachtungen vervollständigt werden wird. Läge den Menschen der Fortschritt der wahren Wissenschaft mehr am Herzen als ihre eigenen Interessen, dann könnte man ihnen leicht nachweisen, daß sie der Welt den größten Dienst leisten würden, wenn sie alle ihre Kräfte einsetzten, um Versuche anzustellen, Beobachtungen zu machen und keine Theorie aufzustellen, ohne zuvor die darauf bezüglichen Erscheinungen geprüft zu haben.“ — In diesen Worten ist nicht nur das Programm seiner Arbeit enthalten, sondern Boyle kennzeichnet mit kühnen Strichen den Weg, welchen die Chemie von nun an beschreiten soll: Die Chemie losgelöst von allen Nebendisziplinen

Robert Boyle.
(Nach einem Gemälde von Soor Isabella.)
(Eigene Sammlung.)

sucht den Weg zur reinen Wissenschaft! Dies ist zugleich das Charakteristikum der neuen Epoche, und Boyle gibt diesem neuen Zeitalter erst die richtige Grundlage, indem er immer wieder betont, daß in erster Linie stets die experimentelle Methode, von der allein der Fortschritt alles Nützlichen zu erwarten ist, verbunden mit der sorgfältigen Beobachtung der zutage tretenden Erscheinungen die allein sichere Grundlage bildet.

Ehrenfeld schreibt in seiner trefflichen Schrift (Atomistik, Heidelberg 1906) über Robert Boyle: „Glauben und Wissen nun innerhalb einer umfassenden und lückenlosen Weltanschauung zu versöhnen, ist das Sinnen und Trachten jenes großen Mannes, in dessen tief religiösem, melancholischem Gemüte das Studium der Naturwissenschaften Zweifel an dem geoffenbarten Glauben entfacht hat: die Versöhnung von Religion und Naturwissenschaft innerhalb eines einheitlichen Weltbildes ist das große Ziel Robert Boyles."

Was die Leistungen in der Chemie betrifft, so erstreckten sich solche hauptsächlich auf experimentelle Untersuchungen von Luft, Gas, Wasser usw.; dann erwarb sich Boyle aber auch auf anderen Gebieten hervorragende Verdienste durch einzelne wichtige Beobachtungen, z. B. die Kenntnis chemischer Verbindungen, die Analyse solcher, die Erweiterung der Pharmazie usw. Bis zur Zeit Boyles war der Begriff Element immer noch schwankend, auch Boyle selbst hat es nicht fertig gebracht, etwas Bestimmteres darüber auszusprechen, wenngleich er auch in seinem Werke „Chymista scepticus" (1661) mit den Waffen der Kritik gegen die aristotelischen und alchemistischen Elemente, die auch im iatrochemischen Zeitalter noch angenommen wurden, auftrat. Dagegen hatte Boyle den Grundsatz ausgesprochen, daß unzerteilbare Bestandteile der Körper als Elemente anzusehen sind, und stellt eine große Anzahl Entdeckungen von Elementen in Aussicht. Daß jedoch Körper, welche er als einfache betrachtet, sich doch ineinander verwandeln lassen, gesteht auch Boyle zu. Wie van Helmont verneinte er zwar, daß sich je Wasser in Luft oder umgekehrt verwandeln lasse, aber daß Wasser zu Erde werden könne, hielt er eher für möglich!

Zweifelsohne hatten die soeben dargelegten Ansichten Boyles über die Elemente den Erfolg, daß auch in Bezug auf die „Verwandtschaft" mehr Klärung in die Lehre hineingetragen wurde. Boyle hatte eine Corpusculartheorie (in seiner 1664 erschienenen Schrift „Origin of forms and qualities according to the Corpuscular Philosophy, illustrated by Considerations and Experiments") aufgestellt zum Zweck, die Vereinigung und Zersetzung der Körper zu erklären. Diese Theorie beweist den großen

Scharfsinn des Gelehrten, und in welchem Maße er seinen Zeitgenossen in der Forschung vorangeeilt war. Wie die Corpuscularphilosophie auf Boyles Denken und wissenschaftliches Fühlen einen entschiedenen Einfluß ausübt, vollzieht sich auch gleichzeitig im Geiste der corpuscularen Weltauffassung unseres Forschers die Ausprägung des neuen Begriffes vom chemischen Elemente.

Boyle ging von dem Grundsatze aus, daß eine chemische Verbindung durch Anziehung zwischen den kleinsten Teilchen der Bestandteile entsteht, eine Zersetzung dagegen darauf beruht, daß die kleinsten Teilchen eines Bestandteiles der Verbindung zu denen des anderen Bestandteiles eine geringere Anziehung haben als zu denen des zersetzenden Körpers. Jedenfalls hat niemand vor ihm das wichtigste Problem in der wissenschaftlichen Chemie so geistvoll und doch auf eine so einfache, verständliche Weise gelöst. Die Fortdauer der Existenz der kleinsten Teilchen der Bestandteile in den Verbindungen betonte er in seinem „Chymista scepticus", S. 136 ff., so z. B. in Bezug auf die Fortdauer der Existenz des Kupfers und der Salpetersäure in dem aus beiden Körpern dargestellten Salz; ferner hebt er in derselben Schrift S. 349 ausdrücklich für den aus Salzsäure und flüchtigem Laugensalz (quae duo corpora sibi invicem valde sunt affinia) zusammengesetzten Salmiak corpuscula salis marini (d. i. hier der Salzsäure) et salina urinae (des flüchtigen Alkalis) distinctas suas naturas in hoc concreto retinere.

Diesen Darlegungen verdankt die Chemie — die bisher wohl nur die qualitative Zusammensetzung der Körper kannte — die quantitative Analyse und den Begriff chemischer Reaktion.

Bezüglich der Forschungen Boyles über die Verbrennung muß mitgeteilt werden, daß seine Versuche, dieselben zu erklären, weniger glücklich waren, trotzdem sich unser Forscher mit großem Eifer und Aufmerksamkeit der Lösung dieses Problems widmete. Dagegen führten seine Arbeiten über die Erforschung der Gase und der Luft zu mancherlei Entdeckungen, so z. B. zur denkwürdigen Entdeckung des bekannten Gesetzes, daß die Gasvolume dem darauf lastenden Druck umgekehrt proportional sind. Dieses Gesetz wird meist nach Mariotte benannt, obwohl dieser Forscher dasselbe erst 17 Jahre später aufstellte. Aber nicht nur in physikalischer Richtung trieb Boyle seine Forschungen über Luft, sondern er erweiterte auch die chemischen Erfahrungen hierin um ein beträchtliches, z. B. wußte er, daß in der Luft etwas enthalten ist, was durch Atmen und Verbrennen verzehrt wird; daß sich aber etwas aus der Luft bei der Verkalkung der Metalle mit diesen vereinige, erkannte Boyle nicht.

Wie wir schon oben bemerkten, ist Boyle der Begründer der analytischen Chemie, und zwar führte er die Untersuchungen auf nassem Wege aus. Ihm verdankt man die erste Einführung von Reagentien mit bestimmten Anweisungen. Hervorgehoben möge sein, daß er sich namentlich der Pflanzenfarben und damit getränkter Papiere bediente. Das Ammoniak lehrte er durch Austreiben aus seiner Verbindung mittelst Kalk erkennen, wobei es mit Säuren in Verbindung kommend weiße Nebel bildet. Ferner benützte Boyle bei Analysen auch die Metallfällungen als Hilfsmittel, und, wo ihm die Niederschläge nicht genug charakteristisch schienen, suchte er Farbenveränderung der Auflösung durch Zusatz von Reagentien als sicheres Kennzeichen anzuwenden.

„Die Redintegration (Reproduktion) eines analysierten Körpers, so dieselbe genau und tatsächlich vollbracht ist, wird ihr Licht über so manche Punkte in der Philosophie ergießen und sicherlich den Anhängern der atomistischen Hypothese hoch willkommen sein," so bemerkt Boyle im Verlaufe seiner Darlegungen über die Synthese des Salpeters aus seinem basischen und seinem sauren Bestandteil. Nachdem Boyle den Salpeter umkristallisiert hat, unterwirft er ihn einem genügend langen Schmelzflusse unter sukzessivem Zusatz von Kohlenstückchen, so daß jeder flüchtige Bestandteil ausgetrieben wird. Den Rückstand, den „fixen Salpeter", teilt er in zwei Teile, löst den einen in möglichst wenig Wasser, tropft Salpetersäure hinzu, bis das Aufkochen ausbleibt und versetzt den anderen Teil direkt mit Tropfen von Salpetersäure, bis das Aufzischen versagt. Im ersteren Falle vermag er nach wenigen Stunden das Anschießen der Salpeterkristalle zu beobachten, im zweiten bietet sich ihm sofort die Salpetermasse kristallinisch dar. Einen anderen Versuch machte Boyle mit dem Terpentin; er destillierte das Produkt in einer Glasretorte und löst den Rückstand in dem Destillate auf, die sich beide so wohl vereinigen, „daß nach dem Geruche, dem Geschmacke und der Konsistenz kaum jemand das Ganze für etwas anderes als vortrefflichen Terpentin halten würde".

Wenn Boyle auch die Idee verfocht, die Chemie keiner anderen Wissenschaft dienstbar zu machen, so müssen wir betonen, daß er die Anwendung chemischer Präparate als Heilmittel dringend empfahl. Ja, er suchte noch andere Körper zu entdecken, um solche mit Unterstützung befreundeter Ärzte dem Arzneimittelsbestand zuzuführen.

Aber auch die technologische Chemie verdankt Boyle sehr viel, und zwar bereicherte er die Metallurgie mit seinen neuen Prüfungsvorschriften auf nassem Wege. Ferner gab er Anweisungen zur Salmiakbereitung, zur Scheidung von Metallen, zur Bereitung von Farben, Beizen usw.

Um nur noch einiges über Boyles Kenntnisse von einzelnen chemischen Körpern zu sagen, möge beispielsweise an den Phosphor („The yërial Noctiluca“ 1680), an das Blut und an das Eiweiß („Memoirs for the natural history of human blood“ 1684) erinnert sein. Auch ist noch hervorzuheben, daß der „Liquor fumans Boylii“, durch Destillation von Schwefel mit Salmiak und Kalk gewonnen, sowie das Kupferchlorür als „Resina cupri Boylii“ mit seinem Namen in engster Fühlung stehen.

Boyle war auch insofern tätig, als er mit seinen Untersuchungen materielle Vorteile zu erzielen suchte. Es sei nur darauf hingewiesen, daß er bestrebt war, anstatt Holz ein billigeres Feuerungsmaterial zur Erzeugung größerer Hitzetemperatur zu verschaffen, und hierbei ebenfalls Unterweisungen gab, wie man die Güte der Steinkohlen und des Torfs erhöhen kann.

Aus all dem Gesagten ersehen wir zur Genüge, daß wir in Robert Boyle einen Mann vor uns haben, dem wir mit Recht als Begründer der neuen Richtung, d. i. der wissenschaftlichen Chemie, einen Ehrenplatz einräumen. Bei dem speziellen Teile dieses Zeitabschnittes werden wir noch Gelegenheit haben, öfters auf seine Kenntnisse zurückzukommen.

Nicht außer Acht dürfen wir lassen, daß Boyle zufolge seines vielen Experimentierens reich an Erfahrungen war und vermöge dessen seine Ansichten auch mit Beweisen begründen konnte. Und gerade dadurch, daß Boyle so überaus tätig war, die Zusammensetzung der Körper zu ergründen, hat er, wie schon oben erwähnt, der analytischen Chemie, die bis dahin noch sehr ärmlich ausgestattet war, erheblichen Vorschub geleistet, und nicht zuletzt verdankt man ihm die Feststellung des Begriffes „chemische Reaktion“.

Boyle schenkte ebenfalls der Frage nach der Ursache der Verbrennung und ähnlicher Erscheinungen große Aufmerksamkeit und wenn schließlich seine Versuche, dieselbe zu erklären, nicht so befriedigend gelöst wurden, so dürfen wir doch nicht verkennen, daß dieselben einen großen Teil zur Klärung des Problems über die Aktivität der Luft bei der Verbrennung beigetragen haben.

Boyles zahlreiche Schriften sind wiederholt gesammelt worden in der englischen Sprache, in welcher sie zuerst veröffentlicht waren, und in der lateinischen Sprache, in welche sie alle bald übersetzt wurden. Sie zeichnen sich sämtlich durch einfachen Stil und Klarheit des Ausdrucks aus und stehen in wohltuendem Gegensatze zu den Werken mancher zeitgenössischer Chemiker, die durch eine bilderreiche, geheimnisvolle Sprache den Mangel an klaren Gedanken und bestimmtem Wissen zu ver-

decken suchten. Außer mehreren Abhandlungen, welche in den „Philosophical transactions“ veröffentlicht wurden, wollen wir noch folgende Schriften an dieser Stelle namhaft machen: „Sceptical Chymist“ (Chymista scepticus) 1661. — „Tentamina quaedam physiologica“ 1661. — „Experimenta et considerationes de coloribus“ 1663. — „Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms“ 1669. — „Experiments and considerations touching colours“ 1663. — „Memoirs for the natural history of human blood“ („Apparatus ad historiam naturalem sanguinis“) 1684. — „Previous hydrostatical way of estimating ores“ und „An Account of a way of examining waters as to freshness and saltness“. Letztere Schrift wurde erst nach seinem Tode publiziert.

Wir haben soeben das Leben und die Arbeiten Robert Boyles in kurzen Zügen geschildert und gesehen, daß er bestrebt war, der Chemie eine ganz neue Richtung zu geben, die Mängel der früheren Epoche aufzudecken und an deren Stelle die richtigen Tatsachen zu setzen. Allerdings blieb dieses Bestreben noch einige Zeit erfolglos und zwar nicht nur in Deutschland sondern in allen übrigen Ländern. Die meisten Chemiker der damaligen Zeit hingen zu sehr an dem Althergebrachten, und wenn es wirklich einige Forscher gab, die den ernsten Willen hatten, der Wahrheit nachzuforschen, sie blieben alle hinter den Leistungen Boyles zurück.

Langsam nur ließen sich diese Vorurteile verdrängen, und Deutschland war es, welches das Interesse für chemische Forschungen wieder zum Erwachen brachte. Zunächst vereinigten sich einige Ärzte in Schweinfurt zur Gründung eines Privatvereins von Gelehrten. Die Mitglieder gaben anfänglich ihre Schriften gesondert heraus, bis sich erst die Zahl der Teilnehmer vermehrt und durch alle deutschen Länder verbreitet hatte. Von 1670 an erschienen jährlich die „Miscellanea curiosorum sive Ephemerides medico-physicae Germanicae Academiae Naturae curiosorum“, und zwei Jahre darauf erhielt die Gesellschaft vom Kaiser Leopold I. die Bestätigung zur Führung des Titels: „Academia Caesarea Leopoldina Wien“.

Aus dem Kreise tüchtiger Gelehrten, die mit Boyle vereint speziell die Chemie fördern helfen wollten, mögen hier einige angeführt werden, obwohl auch diese teilweise die ältere Lehre von den chemischen Grundstoffen noch aufrecht erhalten wissen wollten. Es ist dieses zunächst *Thomas Willis,* geboren 1621 zu Great-Bodmin (Wiltshire) 1660—1666 Professor der Physik in Oxford; später ließ er sich in London als Arzt nieder und starb im Jahre 1675. Dieser Mann, welcher auf dem Gebiete der Heilkunde in hohem Ansehen stand, aber auch für die Geschichte der Chemie

nicht ohne Bedeutung ist, glaubt, daß es fünf Grundbestandteile sind, aus welchen alle Körper bestehen und in welche sie zerlegt werden können. Über diese chemischen Grundstoffe, Geist (früher Quecksilber), Schwefel, Salz, Wasser und Erde berichtet er ausführlich in seinem „Tractatus de fermentatione sive de motu corporum naturalium inorganico", und bespricht in seinem „Tractatus de fermentatione" cap. I. die Lehren über die Prinzipien der Körper; ferner ebenda cap. II, in welchem die den Grundbestandteilen zugeschriebenen Eigenschaften besprochen werden nach den Angaben für das geistige, das schwefelige und das salzige Prinzip: „Hactenus de principiis activis, quae prima velut stamina corporum efficiunt, quae sequuntur (aqua et terra) iis consistentiam et molem imprimis largiuntur".

Zu Thomas Willis wären noch Hooke, Wren, Hawksbee hinzuzuzählen, doch einzeln auf dieselben einzugehen, würde den Rahmen dieses Buches stark überschreiten; es mögen daher dieselben der Vollständigkeit halber nur namhaft gemacht werden. Wir kommen nunmehr zu einem treuen Mitarbeiter Boyles, der zwar Arzt war, aber doch etwas Vorzügliches in der Chemie geleistet hat *John Mayow* (geb. 1645). Seine Annahme, daß in der atmosphärischen Luft ein Körper, den er spiritus igno-aëreus oder nitro-aëreus nannte, enthalten sei, der bei der Verkalkung von Metallen sich vereinigt, auch im Salpeter vorhanden ist, sowie das Atmen unterhält und das venöse Blut zum arteriellen macht, mußte ihn durch Vertiefung und Erweiterung der Beobachtungen, zu der richtigen Deutung der Verbrennungsvorgänge leiten. Leider bereitete der Tod 1679 dem erfolgreichen Leben dieses Gelehrten ein jähes Ende, und es wäre vielleicht, wenn dieses traurige Ereignis nicht so früh eingetreten wäre, die Chemie in der Entwicklung schneller vorangeschritten.

In Frankreich bildete die „Académie royale des sciences" den Vereinigungspunkt für die Chemie, die im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts zwei Hauptvertreter aufzuweisen hatte: Wilhelm Homberg und Nicolaus Lemery. Beide waren in der praktischen Chemie überaus eifrig tätig und besaßen eine gute Beobachtungsgabe. Wenngleich sie auch praktisch erfolgreich tätig waren, und speziell dieser Zweig unserer Wissenschaft dem Gelehrten Homberg vieles verdankt, so standen beide in wissenschaftlicher Beziehung weit unter Boyle. Nichtsdestoweniger dürfen wir dieselben nicht übergehen, sondern wollen eine kleine Betrachtung über diese beiden Männer anstellen.

Nicolaus Lemery wurde 1645 zu Rom geboren, widmete sich zunächst der Pharmazie, später der Medizin. Im Jahre 1672 ließ er sich

(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

Nicolaus Lemery.
(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

als Arzt in Paris nieder, wo er auch Vorlesungen über Chemie hielt, die ungemeinen Beifall bei seinen Hörern fanden. Infolge der Hetze gegen den Protestantismus, zu welcher Konfession sich Lemery bekannte, sah er sich gezwungen, Paris zu verlassen und 1683 nach England überzusiedeln. Ein Jahr später ging er jedoch nach Paris zurück, und durch seinen Übertritt zum Katholizismus gelang es ihm, seinen früheren Wirkungskreis wieder zu gewinnen. Von 1699 an gehörte er der Pariser Akademie als Mitglied an, in deren Memoiren sich auch mehrere Abhandlungen von ihm befinden, bis er im Jahre 1715 starb.

Lemery bezeichnete die Chemie als eine „demonstrative Wissenschaft" und versuchte demgemäß, die chemischen Vorgänge durch passende Experimente zu erläutern. In theoretischen Fragen z. B. in den Betrachtungen über Verkalkung, über Verbrennung, sowie über die Zusammensetzung der Körper, schloß er sich meistens den Ansichten Boyles an. Lemery hat sich insofern ein großes Verdienst erworben, als er auf die Verbreitung unserer Wissenschaft großen Wert legte. An theoretischen Fragen nahm er sehr geringen Anteil; seine Experimentaluntersuchungen behandeln alle sehr vereinzelte Gegenstände. Wir wollen hier nur kurz erwähnen, daß er die zu seiner Zeit noch weit verbreitete Ansicht widerlegte, daß in dem Quecksilbersublimat die ätzende Eigenschaft von einem Gehalt an Vitriolsäure herühre. Ferner wäre noch hervorzuheben, wie er von seinen chemischen Kenntnissen, zur Erklärung von bisher rätselhaften Erscheinungen Gebrauch zu machen wußte; so z. B. erkannte er bei seiner Beobachtung, daß Eisenfeile, mit Schwefel feucht gemengt, sich erhitzt, und daß bei größeren Mengen sogar Entzündung eintreten kann. Dieses Ergebnis benutzte Lemery zur Erklärung der vulkanischen Explosionen und glaubte, daß diese auf einem chemischen Prozess beruhten.

Wenn, wie auch schon oben erwähnt, sich Lemery auch nur sehr wenig mit theoretischen Fragen beschäftigte, so verstand er es vortrefflich, die bekannten Tatsachen mit überaus großem Geschick zusammenzustellen, wie das von ihm im Jahre 1675 herausgegebene Werk „Cours de Chymie contenant la manière de faire les opérations, qui sont en usage dans la médecine, par une méthode facile, avec des raisonnements sur chaque opération pour l'instruction de ceux, qui veulent s'appliquer à cette science" zeigte, welches lange Zeit als das beste Lehrbuch der Chemie galt und eine so ausgedehnte Verbreitung fand, daß der Autor dreizehn Auflagen erleben konnte. Diese Tatsache ist gerade deshalb so wertvoll, als kurz vor Ausgabe des eben genannten Werkes in Paris zwei andere Lehrbücher, beide unter dem Titel „Traité de chymie" erschienen waren,

nämlich von Lefèbvre (1660) und von Chr. Glaser (1663); unter letzterem hatte Lemery seine Studien begonnen.

Mit Nicolaus Lemery ist nicht sein Sohn *Ludwig Lemery* zu verwechseln; letzterer war auch Arzt, betrieb aber sehr viel chemische Studien und war Mitglied der Akademie. Er wurde 1677 zu Paris geboren und starb dortselbst im Jahre 1743. Seine Schriften sind in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre von 1701—1743 enthalten.

Während Lemery auf die möglichst weite Verbreitung unserer Wissenschaft bedacht war, richtete Homberg sein Augenmerk darauf, der praktischen Chemie neue Erfahrungen zuzuführen.

Wilhelm Homberg, einer sächsischen Familie angehörend, wurde im Jahre 1662 zu Batavia, wo sein Vater in der ostindisch-holländischen Kompagnie stand, geboren. Noch sehr jung, als letzterer nach Europa zurückkehrte, empfing Homberg seine erste Ausbildung in Amsterdam. Später wollte er das juristische Studium ergreifen, weshalb er die Hochschulen zu Jena, Leipzig und Prag besuchte. Im Jahre 1674 ließ er sich in Magdeburg als Advokat nieder, wo er sich nebenbei mit Naturwissenschaften beschäftigte. Hombergs Interesse an solchen Forschungen nahm derart zu, daß er den Wunsch hegte, sich fortan nur mit diesen Arbeiten zu beschäftigen. Er entsagte seinem bisherigen Berufe und ging zunächst nach Italien, um in Padua Naturwissenschaften und Medizin zu studieren. Er besuchte alsdann noch die Hochschulen zu Bologna und Rom und bereiste hierauf Frankreich und England, wo er sich mit Boyle befreundete und sich in seinem Laboratorium mit Chemie einige Zeit beschäftigte. Homberg kehrte mach Deutschland zurück, promovierte zum Dr. med. und machte Kunkels Bekanntschaft. Er trat nochmals eine große Reise an, besuchte Ungarn, Schweden und kehrte zum zweiten Male nach Frankreich zurück, wo er sich den bedeutendsten Chemikern anschloß. Im Jahre 1682 trat er von der protestantischen zur katholischen Religion über und lebte bis 1688 in Paris, von wo er wieder nach Rom ging. Drei Jahre hielt er sich in dieser Stadt auf und hatte sich inzwischen den Ruf eines tüchtigen Arztes erworben. 1691 kehrte Homberg wiederum nach Paris zurück, wo er alsdann als Mitglied in die dortige Akademie aufgenommen wurde. Im Jahre 1704 vom Herzog zu Orleans zum Leibarzt ernannt, starb er in dieser Position 1715.

Gerade in der letzten Stellung hatte Homberg ausgiebige Gelegenheit, zahlreiche, teilweise wichtige Beobachtungen und Untersuchungen auf dem Gebiete der praktischen Chemie zu machen. Wir wollen hier nur einige erwähnen, z. B. seine Arbeiten über die Sättigung der Säuren durch Basen.

Dieses Thema enthielt fruchtbare Keime, die sich in der Hand später lebender Forscher gedeihlich entwickelt haben. Er entdeckte ferner die Bereitung des Pyrophors durch Calcinierung verbrennlicher Substanzen mit Alaun; er beobachtete die Phosphoreszenz des geschmolzenen salzsauren Kalks; ihm gelang es zuerst, die Boraxsäure aus dem Borax durch Vitriolöl abzuscheiden, ohne daß er indes ihre Natur und ihr Verhältnis zum Borax erkannt hätte, da er sie für ein vitriolisches (schwefelsäurehaltiges) Salz hielt. Auch bemühte sich Homberg, seine Erfahrungen der Technologie nutzbar zu machen, z. B. lehrte er die Bereitung von Tusche mit Karminlack, verbesserte die Methode für die Scheidung der edlen Metalle, gab einen Firnis an, um Eisen vor Rost zu schützen.

Seine schriftstellerischen Leistungen sind sämtlich in den Memoiren der Pariser Akademie niedergelegt; die Jahrgänge 1692 bis 1714 enthalten über dreißig Abhandlungen von ihm.

Mit Lemery wirkte noch ein Gelehrter, der zwar seine Hauptaufgabe darin erblickte, Präparate für die Heilkunde darzustellen, aber dabei auch versuchte, Erklärungen für die Operationen, die zum Zwecke der Darstellung jener Präparate auszuführen sind, zu geben. Es ist dieses *Nicolaus Lefèbvre*, derselbe, welcher 1660 als Demonstrator der Chemie am Jardin royal zu Paris wirkte. Er wurde 1664 zum Direktor des Laboratoriums in St. James (England) ernannt und starb zu London im Jahre 1674.

Lefèbvre nennt die reine Chemie die philosophische zum Unterschiede von der Chemie in den verschiedenen Beziehungen derselben zu der Heilkunde, der Iatrochemie und der pharmazeutischen Chemie (vergl. Kopp, Beiträge III, S. 186). Ebenso nimmt er außer der Existenz einer Elementarsubstanz, dem „Universalgeist", noch 5 Grundbestandteile an: Phlegma oder Wasser — Geist oder Quecksilber — Schwefel oder Öl — Salz und Erde.

Von seinen Publikationen ist vor allem sein 1660 veröffentlichter „Traité de chymie" (T. I, qui servira d'instruction et d'introduction, tant pour l'intelligence des autheurs qui ont traité de la théorie de cette science en général, que pour faciliter les moyens de faire artistement et méthodiquement les opérations, qu'enseigne la pratique de cet art, sur les végétaux et sur les minéraux, sans la perte d'aucune des vertus essentielles, qu'ils contiennent; T. II, qui contient la suite de la préparation des sucs, qui se tirent des végétaux, comme aussi celle de leurs parties, et celle des minéraux) hervorzuheben; derselbe wurde in verschiedenen Auflagen herausgegeben und war in Frankreich eines der am meisten begehrten Lehrbücher.

In Deutschland hatte die Chemie zur Zeit Boyles ihren namhaftesten Vertreter in Kunkel, welchem Becher anzureihen ist. Mit letzterem

steht Stahl, der Begründer der Phlogistontheorie, in näherer Beziehung.

Johann Kunkel wurde als Sohn eines Scheidekünstlers i. J. 1630 zu Hütten bei Rendsburg in Holstein geboren. Schon in der frühesten Jugend beschäftigte er sich mit der Chemie, mit der technischen sowohl als auch mit der pharmazeutischen, und nahm schon damals sehr viele alchemistische Begriffe in sich auf, die naturgemäß seinen späteren Forschungen eine schiefe Richtung gaben. Von 1659 an war er als Kammerdiener, Chymist und Aufseher der Hofapotheke in Diensten der Herzöge Franz Karl und Julius Heinrich von Lauenburg, später als geheimer Kammerdiener und Aufseher des kurfürstlichen alchemistischen Laboratoriums in Diensten des Kurfürsten Johann Georg II. von Sachsen. 1677 ging er nach Wittenberg, um hier Experimentalchemie zu lehren, fand aber da, wie er im Lab. chym., III. Tl. 41. Kap. klagt: „gleichwohl auch, daß es ein sauer Bissen Brodt ist sich von Studiosis zu ernehren". Diese Stellung gab er aber aus einem eigentümlichen Grunde auf nämlich, weil der größte Teil seiner Hörer nicht fleißig war, und sich mit einem Kolleghefte einfach begnügte; „also" sagt Kunkel a. a. O.: „ward ich auch dieser Arbeit je länger je überdrüssiger, sahe und fand in meinem Gewissen, daß dergleichen Leute Eltern Geld ich hinführo mit Recht nicht nehmen konnte". Wie hier, so war er auch in allen anderen Sachen ehrlich und rechtschaffen, wenn auch mit Vorurteilen. Wahrheitsliebend zeigte er sich in allen seinen Schriften; er verhehlte nicht das Unfruchtbare seiner eigenen Bemühungen und offen deckte er die Betrügereien anderer Alchemisten auf. 1679 trat Kunkel als geheimer Kammerdiener in die Dienste des Kurfürsten Friedrich Wilhelm von Brandenburg, 1688 in die des Königs Karl XI. von Schweden, welcher ihn zum Bergrat ernannte und mit dem Beinamen von Löwenstern adelte. Er starb im Jahre 1703 in Stockholm.

Das Ansehen Kunkels unter den Chemikern seiner Zeit und die Achtung, mit welcher seines Namens in der Geschichte der Chemie gedacht wird, beruhen wesentlich auf der Anerkennung dessen, was er in der praktischen Chemie geleistet hat. Als Beweis für seine Geschicklichkeit wollen wir an dieser Stelle einzelne Erfahrungen anführen. Kunkel entdeckte zuerst die richtige Methode, Phosphor herzustellen, und suchte gleichzeitig diesen Stoff auch medizinisch anzuwenden. Ferner beobachtete er das Fällen von Gold- und Silbersolution durch organische Materien und Vitriol; er nahm zuerst die Bildung von Stearopten in flüchtigen Ölen wahr und lehrte die Bereitung des Salpeteräthers. Besonders erwähnenswert sind seine Arbeiten über die Glasfabrikation und man verdankte ihm

Johann Kunckel.
(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

die genaueren Angaben zur Darstellung des Bein- und des Aventuringlases, sowie zur Färbung desselben mit Goldkalk.

Über die Chemie urteilt Kunkel in seinem „Laboratorium Chymicum“ folgendermaßen (s. Vorrede): „Die Chymie ist ohnstreitig eine der vornehmsten und nöthigsten Künste in der Welt, und nicht unbillig, eine Mutter und Ernährerin aller andern Künste zu nennen. Sie weiset uns Menschen nächst der heiligen Schrift allein den Weg, wie wir den Schöpfer aus seinen Werken und geschaffenen Creaturen erkennen, seine Allmacht und Weisheit wahrnehmen, und ihm vor diese seine Wohlthaten in tiefster Demuth gebührend dancken sollen. Und da Gott alle seine Werke um unsert willen erschaffen, und uns selbige zu betrachten ernstlich befohlen; so ist wohl einem vernünftigen Menschen, nebst der Gottesgelahrtheit und Sorge für seine Seele, nichts nöthiger und nützlicher, als die Erkenntniß der Natur, welche durch die Chymie eintzig und allein erlernt wird. Dahero ist es auch kommen, daß diese Kunst alsbald nach Erschaffung der Welt ihren Anfang genommen! Indem nicht allein, wie aus der heiligen Schrift zu sehen, Tubalkain schon ein Meister in allerhand Ertz und Eisenwerck gewesen, und also der erste zu seyn scheinte, welcher diese edle Kunst zum Nutzen und Gebrauch der Menschen excoliret; sondern es haben sich Völcker, und absonderlich die Egyptier, darinnen sehr geübet, und andere Künste nach und nach daraus erfunden.

Betrachten wir andere Wissenschaften, so finden wir; daß die Physick und Medicin selbst aus dieser edlen Kunst entsprossen, und auf dieselbe, als auf einen unumstößlichen Grund, ihr Fundament gebauet. Denn was die erste betrifft, so kan kein Physicus die Causus rerum naturalium rechtschaffen ergründen, und von deren Würckung ein genugsames Urtheil fällen, wenn er nicht durch die Chymie den Weg darzu suchet. Durch diese vortreffliche Scheidekunst aber kan er nicht allein einen jedweden Cörper, sowol im Animalischen und Vegetabilischen, als auch vornehmlich im Mineralischen Reiche, in seine rechtmäßige Principia zerlegen, und ein jeder derselben in seiner einfachen Gestalt vorstellen; sondern durch dieselbe kan er auch die wahrhaften Principia Physica ergründen, und wissen, wie GOTT nach seiner Allmacht alle Dinge erschaffen, und noch täglich durch die würckenden Principia nach seinem Befehl oder gemachten Ordnung, als Natur, aus dem Universal-Sperma hervorgebracht und gezeuget werden. Ingleichen kan man aus derselben lernen, wie ein jedes Ding wieder in sein Principia resolviret werde, und warum so mancherley Effectus sowohl unter als über der Erden geschehen, woher Donner und Blitz und andere Meteora entstehen, und was mehr

durch einen Gegen-Streit und Vermischung der Principionen gewürcket werden könne.

Die Medicin hat nicht geringern Nutzen von dieser Hochedlen Kunst. Ein Medicus kan nächst der Anatomie unmöglich die Krankheiten und deren Ursprung erkennen, wenn er nicht in der Chymie erfahren. Noch weniger kan er die Würckung und Eigenschaften eines Medicamenti, sowol simplicis als compositi wissen, wenn er nicht durch eigenhändige Experimenta derselben Partes examiniret, und als deren Eigenschaften von den Kräften derselben urteilen kan. Am allerwenigsten aber kan er von der Operation und Würckung derer Medicamenten, in Ansehung der Beschaffenheit des menschlichen Leibes versichert sein, wenn er nicht aus der Chymie vorher gelernet, wie sich eines gegen das andere verhalte, und contraria gegen einander würcken. Hingegen, wenn ein Medicus die Operationes Chymicas wohl verstehet, und die Sachen, die in die Medicin laufen, untersuchet; so kan er nicht allein de statu hominis naturali, sondern auch vornehmlich praeternaturali ein gutes und gewisses Urtheil fällen. Sie weiset ihm, wie die vornehmsten Functionen im menschlichen Leibe verrichtet werden. Er siehet, auf was für Art und Weise das purum ab impuro, oder die reine Nahrung von den Speisen durch eine ordentliche Digestion, Fermentation und Putrefaction geschieden, und ferner in den Adern zu Blut gemacht wird. . . . . Diesen herrlichen und großen Nutzen haben auch bereits vor etlichen Seculis her viele Medici erkennet, und dannenhero großen Fleiß angewendet, daß die Hochedle Kunst in einen bessern und vollkommneren Stand gesetzet werden möchte. Unter welchen nach dem Lullio vornehmlich hervorleuchtet Theophrastus Paracelsus, welcher der erste gewesen, der von der Chymie deutlich und umständlich geschrieben. . . . . Nach ihm sind viele andere gekommen, als Crollius, Hartmannus, Agricola, Mynsichtus und andere mehr, welche alle die Chymie getrieben haben. Unter den neueren verdienet absonderlich ein großes Lob der unvergleichliche und Hocherfahrene D. Becher, welcher die Principia Chymica schon etwas genauer untersuchet, viele experimenta, die zur Verbesserung der Metallen dienlich, entdecket, ... und sonst sehr vieles darinnen erfunden, so, daß die Chymie um ein großes durch ihn verbessert worden. . . . . Hier aber in diesem Tractat wird einem der unfehlbare Weg gewiesen, auf was für Art und Weise die Verbesserung der Metallen particulariter geschehen müsse. Dieses desto besser ins Werck zu richten, findet man bey einem jeden Metall vollkommenen Unterricht darzu. Bey dem Golde werden vielerley Modi angeführt, dasselbe zu sublimiren und flüchtig zu machen, auch durch andere geistig gemachte

Metallen in seiner Tinktur zu erhöhen, damit es hernach zu einer Medicin vor die unvollkommnen Metallen werden möge. Bey dem Silber setzet der Autor nebst andern guten Experimenten einen sonderbaren Prozeß, desselben mercurialischen Theil ganz roth aufzusublimiren, welcher nicht allein dessen eigenes Corpus, sondern auch andere Metallen in Gold tingiret hat. Bey dem Eisen wird gelehret, wie dasselbe mit Beybehaltnng seines Sali volatilis Metallici in einem Mercurialischen Vitriol zu bringen, und dadurch eine Verbesserung zu erlangen sey. Bey dem Kupfer wird gewiesen, wie desselben Mercurialischer und Salinischer Theil von seinem Corpore zu scheiden und ihn ein wahrhaftes Öl zu bringen sey, mit welchem man gleichfalls die Transmutation der Metallen demonstrieren könne. . . . Nicht weniger hat Kunckel auch desjenigen Processus gedacht, durch welchen er selbst mit eigenen Händen tingiret hat. Derselbe rühret von Sebald Schwärtzer her, und gehet ex Sole et Luna, welche durch das Oleum Vitrioli et ejus Terram mercurialem philosophicam gebührend calciniret, und nach der Philosophischen Lehre zu einer Asche gemacht werden. Aus welcher Asche hernachmals das Sal Metallorum, welches Lapis seu Tinctura Philosophorum ist, extrahiret, und durch öfteres folviren und coaguliren zu einer vollkommenen und flüssigen Tinctur gemacht wird. Mit dieser Tinctur, welche doch noch nicht recht ausgearbeitet gewesen, hat unser Autor dennoch mit einem Teile derselben 16 Theil Silber in Gold tingiret, und also die Transmutation dadurch bestätiget. . . . Und vornehmlich wird es denjenigen dienlich seyn, die bishero durch des Helmontii, Basilii, wie auch andere Schriften, in mancherley Irrthümer und Verführungen gebracht worden und vergeblich darinnen gearbeitet haben: Indem deren Fehler allhier ziemlich entdecket, und einem Jeden vor Augen gelegt werden. Was vor großen Estim unser Autor sich durch seine vorige Schriften erworben, bezeuget die große Correspondentz, die er mit vielen berühmten Männern von allerhand Nationen geführet: Wie er denn wegen seiner großen Erfahrenheit weit und breit berühmt gewesen. Auch hat er die Ehre gehabt, daß ein Hochedles Collegium Naturae Curiosorum ihn zu einem Mitgliede ihrer Societät aufgenommen, und ihm den wohlverdienten Namen Hermes III. beygelegt. Nicht weniger haben viele Hohe Häupter dessen Meriten in sonderbare Consideration gezogen: Indem er nicht allein bey den Hochseligen Churfürsten von Sachsen und Brandenburg in großen Gnaden gewesen, und Bestallung von Ihnen genossen; sondern es haben auch Seine Majestät, der König von Schweden, Carolus XI. ihm nachher Stockholm berufen lassen, und ihn aus großer Gnade in Ritter Stand erhoben. . . ."

Diese Ansichten charakterisieren den damaligen Zustand der Chemie, ohne jedoch einen länger sich erstreckenden Einfluß auf dieselbe auszuüben.

Wohl aber war dies der Fall für Ansichten, die von zwei Männern ausgesprochen wurden, es sind dieses Becher und Stahl, die die Lehre der Phlogistontheorie verkündigten, welche sich fast ein Jahrhundert lang in Ansehen erhielt.

Weniger als Förderer der Experimentalchemie als für die theoretische Erklärung schon beachteter Tatsachen wirkte etwa gleichzeitig mit Johann Kunkel *Johann Joachim Becher*. Er war 1635 zu Speyer geboren und wurde 1666 vom Kurfürsten von Mainz zum Professor der Medizin an der Universität dieser Stadt ernannt; später zum Leibarzt befördert, ging er in gleicher Eigenschaft zum Kurfürsten von Bayern nach München, dann nach Wien als Mitglied eines hier neu errichteten Kommerz-Kollegiums, wo er aber bald in Mißhelligkeiten geriet, welche ihn 1678 nach Holland zu gehen veranlaßten. Dort hielt er sich 2 Jahre lang auf, worauf Becher nach England übersiedelte und im Jahre 1682 zu London starb.

Becher war ein vielseitig gebildeter Mann, aber von unruhigem Wesen, ein verbitterter Charakter, welcher sich überall ungerecht behandelt fühlte. Dieser Umstand trug ihm zum Teil sehr abenteuerliche Projekte ein. Mit Vorliebe beschäftigte er sich mit der Chemie, trotzdem er in seiner Vorrede zur Physica subterranea die Beschäftigung mit dieser Disziplin abschreckend schildert.

Die Phlogistontheorie wurde von Becher erst vorbereitet, wogegen Stahl dieselbe präziser darlegt und somit zur Anerkennung bringt. Freilich ist es der wesentliche Anteil Bechers an der Aufstellung dieser Theorie, welcher ihm auch eine Stellung in der Geschichte der Chemie dauernd gesichert hat. In theoretischen Fragen über die Zusammensetzung der Körper versuchte Becher die alten Ansichten des Basilius und Paracelsus in veränderter Gestalt wieder zu beleben; an Stelle des Quecksilbers, Salzes und Schwefels traten drei „Erden“, aus welchen alle anorganischen („unterirdischen“) Körper bestehen sollen, die merkurialische, die verglasbare und die brennbare „terra pinguis“. Von dem Mengenverhältnis, in welchem diese drei Grunderden zusammentreten, soll die Natur der Stoffe abhängen. Besonders hervorzuheben ist Bechers Behauptung, daß bei der Verbrennung von Körpern resp. bei der Verkalkung der Metalle die „terra pinguis“ entweiche, und daß in diesem Austritte die Ursache der Verbrennung liege. Mit dieser Ansicht hat Becher die Grundidee gelegt, aus welcher sich die Phlogistontheorie Stahls

(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

entwickelte. — Nicht zu übersehen sind seine Ansichten über die Entstehung von Salzen und Säuren aus oben genannten Erden, die gerade bei seinen Zeitgenossen mit großem Beifalle aufgenommen wurden.

Die praktischen Angaben Bechers sind weniger bedeutend. Bemerkt sei nur, daß man in seiner Anführung, daß aus Vitriol oder dessen Säure mit Weinsteinöl oder Borax ein flüchtiges Salz erhalten werden könne, die Entdeckung des Sedativsalzes (Borsäure) hat erkennen wollen. Ferner muß seine Angabe, daß er Vitriolöl und Weingeist, beide rektifiziert, bei der Mischung sich habe entzünden sehen, auf einem Irrtum beruhen. Dagegen waren das Beste, was Becher auf dem Gebiete der Chemie geleistet hat, die von ihm konstruierten tragbaren Öfen, welche noch lange Zeit nach ihm sehr geschätzt wurden.

Von den zahlreichen Schriften, die zum großen Teil der chemischen Literatur fremd sind, erwähnen wir folgende: „Oedipus chymicus“ (1664), „Acta laboratorii chymici Monacensis seu Physica subterranea“ (1669), „Theses chymicae“ (1682). In diesen Schriften hatte Becher seine Ansichten niedergelegt. Ferner sein „Tripus hermeticus“, (enthaltend „Laboratorium portabile“ [1680], hauptsächlich die Verbesserung chemischer Geräte behandelnd); „Centrum mundi concatenatum“; „Alphabetum minerale“; diese Schriften, unter welchen die letzte einige Wichtigkeit hat, sind von ihm in England verfaßt worden; aufgenommen sind sie in die von Rothscholtz [1729] gesammelten „Becheri opuscula chymica rariora“. Zu besonderem Ansehen gelangten seine Lehrmeinungen erst durch Stahl, dessen Wirken zum größten Teile dem 18. Jahrhundert angehört, welches durch die von ihm aus jenen Spekulationen entwickelten Phlogistontheorie seine Signatur erhielt.

Der Mittelpunkt für das 18. Jahrhundert war die Lehre der Verbrennungserscheinungen und analogen Vorgänge, welche durch die Annahme des hypothetischen „Phlogistons“ ihre Erklärung finden sollten. Ja, bis zum Auftreten Lavoisiers erhielt die Phlogistontheorie die Zustimmung der meisten Chemiker verschiedenster Länder.

Georg Ernst Stahl wurde 1660 zu Ansbach geboren; er bezog die Universität in Jena, wo er dem Studium der Medizin oblag und auch in dieser Wissenschaft promovierte (1683). Vier Jahre hatte er an derselben Hochschule einen Lehrerposten inne, bis er von dem Herzog Johann Ernst von Sachsen-Weimar zum Leibarzt ernannt wurde. Im Jahre 1693 wurde Stahl als zweiter ordentlicher Professor der Medizin an die soeben errichtete Universität Halle berufen. Zu seinen Schülern zählten viele ausgezeichnete Männer, die sich mit Feuer und Begeisterung

den Naturwissenschaften widmeten. Und daß sich gerade zu Stahl so zahlreiche Männer hingezogen fühlten, lag darin, daß er ihnen ganz besonders die Liebe zur Chemie einzupflanzen wußte; die natürliche Folge davon war, daß seine früheren Schüler später den eifrigsten Anteil an seiner Theorie und der Ausbildung der Chemie nahmen. Während seiner langjährigen Lehrtätigkeit hatte sich Stahl einen großen Ruf und den Dank aller seiner ehemaligen Hörer erworben. 1716 wurde er als Leibarzt nach Berlin berufen, in welcher Stellung er nach einem eifrigen und erfolgreichen Streben im Jahre 1734 starb. Stahl betrieb die Chemie in echt wissenschaftlichem Geiste; geleitet von dem Drange, die Wahrheit zu erforschen, wußte er für das gleiche Ziel begeisterte Chemiker heranzuziehen. Die namhaftesten Forscher, welche nach ihm in Berlin für die chemische Wissenschaft tätig waren, sind durch Stahls Schule gegangen.

Verschiedene Schüler gaben schon zu seinen Lebzeiten eine Reihe wertvoller Schriften heraus, in denen seine Lehrmeinungen sowie Vorträge enthalten waren und großen Beifall fanden. Wir erinnern nur an Stahls „Zymotechnica fundamentalis“ (1697), ferner sein „Specimen Becherianum“ (1702), „Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem sogenannten ‚Sulfure‘“ (1718). Gleichzeitig wollen wir hier noch anführen, daß unter den Schülern Stahls hauptsächlich Juncker für die Ausbreitung der Lehre seines Lehrers tätig war. Den größten Einfluß übte Stahl jedenfalls auf seine Zeitgenossen und die danach folgende Generation durch seine Phlogistontheorie aus, hinter welcher alle seine anderen Leistungen zurückstehen mußten.

Wie bei Becher schon erwähnt, liegt die Ursache der Verbrennung der Körper in dem Austreten der „terra pinguis“; Stahl selbst schließt sich anfangs den Anschauungen Bechers an, doch mit dem Beginn des 18. Jahrhunderts macht er einen gewaltigen Fortschritt, indem er die Brennbarkeit eines Körpers von dem Gehalt an Phlogiston, der Feuermaterie, abhängig sein läßt. „Das Feuer, wie auch immer die Hitze für das Zustandekommen von Verbindungen mitwirken könne, sei doch nicht ein Bestandteil zusammengesetzter Körper in dem Sinne, daß diese eine Substanz enthalten, welche im freien Zustande Feuer oder Flamme wäre. Wohl aber müssen die brauchbaren Körper einen Bestandteil enthalten, welcher in Verbindung mit anderem fähig sei, die Art der Bewegung vor sich gehen zu lassen, welche wir als Feuer oder Flamme bezeichnen. Diese Unterscheidung dessen, was als ein Bestandteil der Körper das Brennen derselben bedingt, von dem Feuer selbst, welches man sonst als materiell in die Mischung der Körper eingehend betrachtet habe, sei das wesentliche

(Kgl. Kupferstich-Kabinett, Berlin.)

Verdienst Bechers. Es sei durchweg derselbe Bestandteil, welcher die Brennbarkeit der Körper bedinge; in allen drei Naturreichen sei derselbe verbreitet und aus einem derselben in das andere überführbar. Er sei namentlich geneigt, starre Verbindungen zu bilden, und Becher habe dieses richtig in seinem Ausspruch, das Prinzip der Brennbarkeit sei erdiger Natur, erfasst; aber die bessere Erkenntnis dieses Bestandteiles, des Phlogistons, und namentlich der Verbreitung derselben beansprucht Stahl als ihm angehörig." (Vergl. Kopp, Beiträge III, S. 220 ff.) Alle verbrennbaren Körper bestehen somit aus Phlogiston und einem unverbrennbaren Teil, im speziellen Falle dem Metallkalk, welcher durch Hinzufuhr von Phlogiston wiederum zu Metall regeneriert werden kann. Diese Regeneration ist am wirksamsten mittelst Kohle durchzuführen, und in der Tat mußte ja letztere — wie noch später erwähnt werden wird, — ihrer hohen Verbrennlichkeit wegen fast reines Phlogiston sein. Auf der Erkenntnis, daß der Vielfältigkeit der Verbrennungserscheinungen ein einziges Gemeinsame innewohne, baut sich die Lehre Stahls auf; ihre Bedeutung erschöpft sich in der großzügigen Erfassung der rein qualitativen Seite des Verbrennungsprozesses, die quantitative Seite, die Gewichtsvermehrung, wie die Gewichtsverminderung verbrennender Stoffe, liegt als unwesentlich für die Erklärung der Verbrennung, dem Endziel der Stahlschen Lehre, fernab. (Vergl. Ehrenfeld, Atomistik, S. 179 ff.)

Wenngleich Stahl selbst den engen Zusammenhang seiner Ansichten über die Verbrennung und Verkalkung betont, so ging er doch ganz anders zu Werke. Übrigens war die Annahme eines den brennbaren Körpern gemeinsamen Bestandteiles (einer „Feuermaterie", eines „Sulphurs" usw.) viel älter als die von Becher erwähnte „terra pinguis", mit welcher Stahl die Arbeiten verbinden und so seine Phlogistontheorie aufbauen wollte. Stellen wir uns zunächst die Frage, auf welcher Hypothese beruht denn eigentlich die Phlogistontheorie? Sie beruht darauf, daß die brennbaren Körper, zu denen auch die einer Verkalkung fähigen Metalle gerechnet wurden, das Phlogiston als gemeinsamen Bestandteil enthalten, der bei der Verbrennung und Verkalkung entweicht. Man hielt es aber bisher nicht für nötig, den Nachweis für die Existenz eines solchen Phlogistons zu liefern, weil man meinte, durch die oben erwähnte Annahme alles erklären zu können. Stahl dagegen war hiermit nicht zufrieden, sondern ging energisch daran, Versuche zu machen, um eine bestimmte Erklärung des Phlogistons zu geben. Er lehrte, je heftiger die Verbrennung eines Stoffes vor sich geht, desto reicher an Phlogiston ist derselbe; Kohle, welche sich vollständig verbrennen läßt, ist nahezu als reines

Phlogiston zu betrachten. — Und um die ursprünglichen Körper wieder herzustellen, muß man letzteres den Verbrennungsprodukten zuführen; auf solche Weise erklärt sich die „Wiederbelebung“ der Metalle aus ihren Kalken, welche nach Stahls Auffassung aus ersteren durch Austritt von Phlogiston entstanden sind. Durch Erhitzen der Metallkalke mit Kohle vereinigt sich das in dieser reichlichst vorhandene Phlogiston mit demselben, so daß die Metalle wieder zum Vorschein kommen; demnach ist der Metallkalk Bestand des Metalles. Auf gleichem Trugschluß beruht Stahls Auffassung, daß der Schwefel aus Schwefelsäure und Phlogiston bestehe, weil er in der Bildung des Schwefels durch Erhitzen von Schwefelsäure resp. schwefelsauren Salzen mit Kohle (Phlogiston) eine Synthese desselben und einen Beweis dafür, daß der Schwefel mit Kohle zusammengesetzt sei, erblickte. Bei manchen Operationen, wie z. B. bei der Verkalkung der Metalle, womit eine Zunahme des Gewichts der letzteren verbunden war, beachtete man diese nicht, und solche Tatsachen waren es, die nach sehr langen und heißen Kämpfen die Phlogistontheorie zum Sturze gebracht haben.

Auf jeden Fall gebührt Stahl das Verdienst, die Erscheinungen der Oxydation und Reduktion, wie wir sie heute bezeichnen — wenn auch auf einer irrigen Hypothese beruhend — zusammengefaßt zu haben. Zufuhr von Phlogiston ist gleichbedeutend mit Reduktion — Entziehung oder Entweichung desselben deckt sich mit dem Begriff Oxydation.

Die Analogie der Atmung und der Verwesung tierischer Stoffe mit der Verbrennung entging ihm nicht, wie auch bei diesen Vorgängen stets dem Phlogiston die Hauptrolle zugeteilt wurde.

Auf jeden Fall war Stahl ein guter Beobachter; dies beweisen seine Arbeiten über die Säuren, die keiner so gut kannte, wie gerade unser Forscher. Zuerst lehrte er die Dämpfe kennen, welche bei Verbrennung des Schwefels entstehen, und zeigte, daß sich eine, wenn auch nur schwache Säure bildet, welche er zugleich dahin bestimmte, daß sie phlogistisierte Schwefelsäure, also Schwefelsäure, welcher Sauerstoff entzogen ist, sei. Stahl war es ferner, der zum ersten Male die Entzündbarkeit der konzentrierten Essigsäure beobachtete, und wies dabei auf den richtigen Weg hin, starken Essig in der Weise zu erzeugen, daß man rohen Essig an Laugensalz bindet, zur Trockne verdampft und mit Vitriol destilliert, entgegen der bisherigen Art und Weise, das Produkt durch Destillation von Grünspan oder Bleizucker zu gewinnen. Bezüglich seiner Kenntnisse über Alkalien bemerken wir, daß seine Ansichten über dieselben und ihr Verhältnis zu den Erden sehr unklar gehalten sind. Er hält nämlich erstere für verfeinerte Erden und nahm dabei an, daß beide

Arten von Körpern in einander übergehen könnten. Stahl erkannte zuerst die Eigentümlichkeit der einzelnen basischen Substanzen; wenngleich er dieselben auch nicht evident beweisen konnte, so sind seine diesbezüglichen Beobachtungen doch durchaus wichtig. Er erklärte, daß in dem Kochsalz ein eigenes Alkali verborgen sei, dessen Verbindung mit Salpetersäure sich durch die Kristallform von gewöhnlichem Salpeter unterschied. Ebenfalls glaubte er, die Alaunerde als eine eigenartige Erde bezeichnen zu können. Bevor wir unsern Forscher verlassen, wollen wir noch einige Beobachtungen kurz registrieren. Bezüglich der Gärung bahnte Stahl zur richtigeren Erkenntnis derselben einen neuen Weg an, indem er diesen Vorgang als eine Auflösung des gärenden Körpers in seine Bestandteile und als eine Zusammensetzung dieser zu einer neuen, beständigeren Verbindung ansah. Bezeichnend für den Geist seines Zeitalters ist es, daß Stahl die Geschichte, auf welche Art Moses das goldene Kalb verbrannte, auflöste und den Israeliten zu trinken gegeben habe, auf Grund seiner Kenntnis von der auflösenden Wirkung der Schwefelleber auf Metalle, zu erklären suchte. Ebenfalls gab er für die Gewinnung des Salpeters brauchbare Vorschriften und wußte auch, daß dieses Produkt in vielen Pflanzen gebildet enthalten sei.

Der Wert seiner Theorie bestand in der Deutung vieler Prozesse aus gemeinsamen Gesichtspunkten. Die Einfachheit der Erklärung blendete ihn und seine nachfolgende Generation derartig, daß ihnen allen samt und sonders die schroffen Widersprüche von Tatsachen mit der Phlogistonlehre nicht auffielen. Keineswegs war diese Theorie unserer Wissenschaft ein Hemmnis, denn die Chemiker, die durch die weittragendsten Entdeckungen der Chemie nur fördernd wirkten, waren Phlogistiker im vollsten Sinne des Wortes.

Interessant ist die Vorrede aus: „Herrn George Ernst Stahls Königl. Preussischen Leib-Medici und Hoff-Raths, Chymia Rationalis et Experimentalis“ (Leipzig, 1720). Der Übersetzer schreibt u. a. folgendes: „. . . . Es hat uns wohl bißhero nie an Chymischen Schrifften und Prozessen gemangelt; es ist auch eine ziemliche Anzahl Chymischer Institutionum und Einleitungen vorhanden, die dem Titel nach eine vollkommene oder hinlängliche Anweisung zum Grunde der Chymie versprechen; Allein wenn man die Sachen beym Lichte besiehet, sonderlich, wenn ein Liebhaber der Warheit nicht auf Proceß kraemerig gehet, sondern den Grund derer Sachen zu erforschen suchet und die Ursachen derer Prozesse, ihrer Mischungen und ihrer phaenomenorum einzusehen sich bemühet, so findet man überall altum silentium. Dahero man insgemein solche Leute Chymicos genennet, die etwa nach vorgeschriebenen

Prozesse eine Arbeit im Feuer auszuführen wissen, und einige im Feuer nötige Handgriffe gefasset und erlernet haben: Wie wenig man sich aber um die Ursachen solcher Dinge, um die mixtion der Cörper, und deren innere Verhältniß gegen einander bekümmert habe, lieget öffentlich am Tage. Ja man hat es offt für unmöglich gehalten, die wahren Ursachen derer Würckungen zu ergründen, und sich auf nichts weiter als auff occultas qualitates, Deutsch zu sagen, auf seine Unwissenheit beruffen können. Folglich hat es nicht anders geschehen können, als daß die Chymie gleichwie die Pharmacie, fast zu einem Handwerke geworden, da man sich bemühet hat durch lange Übung und oeffteres Fehlen, einen vorgeschriebenen Prozeß nachzuarbeiten, ohne, daß man die Ursachen solcher Arbeiten erörtern könne, da man denn, wenn sich die phaenomena nicht so geartet, wie vorgeschrieben, der Sache weder zu geben noch zu nehmen gewusst hat. Deßwegen ist denn auch die Chymie als eine ungewisse betrügerische Kunst, die kein gewisses Fundament noch richtige principia habe, bey vielen in die größeste Verachtung gerathen, und dadurch nicht nur der gemeine Mann praeoccupirt, sondern auch viele curieuse Gemüthe von der Untersuchung dieser edlen Wissenschaft abgeschrecket worden . . . Von allen Dingen nun findestu in gegenwärtiger Schrifft eine vollkommene Anweisung und gründliche Nachricht, daß man so wohl die Natur derer Saltze oder die Halotechnie, als auch die Zymotechnie, oder Kunst der Gährung, und Pyrotechnie, oder die im Feuer nöthige Handgriffe nebst der Metallurgie, nach ihren wahren Ursachen und Fundament wird einsehen lernen, daraus man denn sich auch selbst wird einen richtigen concept machen können von denen Arbeiten sowohl als von denen Prozessen . . . Wie viel hundert ja tausend Leute giebts wohl nicht, die auf den Lapidem Philosophorum par force loßarbeiten, und wenn man bei ihnen forschet, wie sie sich doch die Möglichkeit dieser Sache concipieren, und wie das zugehen könne, so ist da altum silentium, oder es sind wenigstens solche ungereimte Concepte, daß man sich des Lachens darüber nicht enthalten kan; wie man denn auch dergleichen in sehr vielen von dieser Materie gedruckten Büchern antrifft, daher man auch insgemein von ihren Arbeiten keinen andern Ausgang erwarten und erhoffen kan, als den man am Tage siehet. Hier aber werdet ihr begreiffen lernen, wie die Sache Natur gemäß zugehe, und was für einen Natur gemäßen concept ihr euch davon zu machen habt, und weil es auch sehr viele Curieuse Liebhaber und Forscher in dieser Wissenschaft giebt, die kein Latein verstehen, so werden die Herren literati nicht mißgönstig seyn, daß der Verleger um derer willen fürnehm-

lich diese vortreffliche Schrift in's Deutsche hat übersetzen lassen, indem vermuthlich denen vielen bey dieser Kunst vorgehenden Betrügereyen dadurch einigermaßen wird Einhalt geschehen, wenn die Liebhaber also auf einen gründlichen und raisonablen concept geführet werden . . ."

Stahl war neben seiner Praxis auch ein fruchtbarer Schriftsteller; von seinen Schriften, die größtenteils die Medizin behandeln, erwähnen wir nur folgende, die auf unsere Wissenschaft Bezug haben. Seine bedeutendsten sind die: „Zymotechnica fundamentalis, seu fermentationis theoria generalis, qua nobilissimae hujus artis — causae et effectus — eruuntur simulque experimentum novum sulphur rerum arte producendi et alia utilia experimenta atque observata inseruntur" (1697). Ferner „Bechers Physica subterranea" (1702). „Ausführliche Betrachtung und zugänglicher Beweis von den Saltzen, daß dieselben aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen" (1723). — „Fundamenta Chymico-pharmaceutica" (1721). — „Fundamenta Chymiae dogmaticae et rationalis" (1723). — Die 1697 und 1698 erschienenen „Observationes chymico-physicomedicae mensibus singulis continuandae"; Zufällige Gedancken und nützliche Bedencken über den Streit von dem sogenannten „Sulphure" 1718 (abgedruckt 1747); „Experimenta, observationes, animadversiones, CCC numero, chymiae et physicae" 1731 (in dieser Schrift hat Stahl die Phlogistontheorie, wie er sie während seiner Beschäftigung mit der Chemie ausgebildet hat, am vollständigsten dargelegt). In dem „Fundam. chym. dogmat. et experiment." p. 1 definiert Stahl die Chemie überhaupt mit folgenden Worten: „Chymia, alias alchymia et spagirica, est ars corpora vel mixta vel composita, vel aggregata etiam in principia sua resolvendi, aut ex principiis in talia combinandi. Subjectum ejus sunt omnia mixta et composita, quae resolubilia et combinabilia; objectum est ipsa resolutio et combinatio, seu corruptio et generatio".

Aus den Publikationen Stahls läßt sich jede Erklärung der Gewichtszunahme verkalkender Metalle vermissen, und den Nachfolgern Stahls war es vorbehalten, mit dem fortschreitenden Ausbau der chemischen Kenntnisse vor die Notwendigkeit gestellt, dem Phänomen der Gewichtszunahme der Metalle durch Verkalkung im Rahmen der herrschenden Phlogistontheorie eine ausreichende Deutung zu geben.

Bevor wir zur weiteren Schilderung der Phlogistontheorie und dem damit zusammenhängenden Zustand der Chemie übergehen, müssen wir noch zwei Zeitgenossen Stahls, die zur Hebung und Förderung chemischer Kenntnisse viel beigetragen haben, erwähnen, es sind dieses: Friedr. Hoffmann und Hermann Boerhave. Wenn auch beides tüchtige Ärzte, waren sie vor-

treffliche Chemiker, die, obwohl keine Anhänger der Phlogistontheorie, doch andere Beobachtungen über die Verbrennung gemacht haben.

Friedrich Hoffmann wurde als Sohn eines Stadtarztes im Jahre 1660 zu Halle geboren; mit ausgezeichneten mathematischen Kenntnissen ausgestattet, bezog er im 19. Jahre die Universität in Jena, wo er Medizin studierte und später auch zum Doctor med. promovierte. Nach Beendigung seiner Studien hielt er an derselben Universität Vorlesungen speziell über Chemie. Seine Lehrtätigkeit war infolge seiner heruntergekommenen Gesundheit nicht von Dauer, er reiste 1682 zur Erholung nach Minden und später nach England, wo er mit Rob. Boyle persönlich bekannt wurde. 1685 wurde Hoffmann zum Garnisons- und Stadtarzt zu Minden befördert, welche Stellung er mit einer solchen 1688 in Halberstadt vertauschte. Hier wuchs sein Ansehen als tüchtiger Arzt derart, daß er als Professor der Medizin an die eben neu gegründete Hallenser Universität berufen wurde. Hoffmann zeigte sich der Ehrung würdig; frei von jeder Eifersucht suchte er die noch offenen Stellen an der Hochschule mit Männern zu besetzen, die der Wissenschaft von Nutzen sein konnten. Auf diese Weise kam denn auch Stahl als Hochschullehrer nach Halle. Es entspann sich nunmehr ein freundschaftliches Verhältnis zwischen beiden, welches aber durch Meinungsverschiedenheiten bald wieder getrübt wurde. Stets eifrig den Pflichten seines Berufes obliegend und für das Beste der Universität wirkend, dozierte Hoffmann 48 Jahre lang und zwar mit dem ausgezeichnetsten Erfolge. Er wurde Mitglied der Cäsareo-Leopoldinischen, der Berliner, Londoner und anderen Akademien und starb im Jahre 1742.

Seine hauptsächlichen Verdienste gehören der Medizin, der pharmazeutischen bezw. analytischen Chemie an; mit Erfolg eiferte er gegen die bei manchen Ärzten seiner Zeit vorhandenen iatrochemischen Lehren eines Sylvius und Tachenius, indem er das Ungereimte derselben aufdeckte und zeigte, zu welch unsinnigen Folgerungen derartige Übertreibungen führten.

Auf seine Forschungen im Bereiche der analytischen Chemie werden wir im speziellen Teile dieses Zeitalters zurückkommen.

Bezüglich der Verbrennungserscheinungen waren Hoffmanns Auffassungen den Stahlschen Ansichten ähnlich. Was jedoch die Verkalkung der Metalle mit Reduktion der Metalloxyde betrifft, so hatte er Ansichten, die sich den heutigen schon etwas nähern, denn die Metallkalke sollten außer Metallen ein „sal acidum“ enthalten, welches bei ihrer Reduktion fortgehe. Hierdurch wurde natürlich die Gleichartigkeit der ähnlichen Vorgänge der Verbrennung und Verkalkung aufgehoben, und die Folge davon war, daß

(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

beide (Hoffmann und Stahl) in Gegensatz zu einander gerieten, womit der eigentliche Nutzen, den die Phlogistontheorie in sich schloß, fortfiel.

Bezüglich seiner praktischen Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie ist zunächst hervorzuheben, daß er bemüht war, die Mineralwässer zu zerlegen, um ihre Bestandteile kennen zu lernen, jedoch waren seine Arbeiten hierin nicht von Erfolg begleitet, da der von Boyle geschaffene Boden für derartige Untersuchungen noch zu wenig bearbeitet war, doch ist Hoffmann das Verdienst zuzuschreiben, einen charakteristischen Bestandteil aller Sauerbrunnen, den Spiritum sulphurum oder Principium spirituosum, nachgewiesen zu haben. Er teilte die Mineralwässer nach ihrem chemischen Gehalt in alkalische, eisenhaltige, Bitter- und Salzwasser und entdeckte in dem Seidlitzer Mineralwasser das Bittersalz. Außer verschiedenen einzelnen Beobachtungen seien noch erwähnt, sein Hinweis auf die eigentümlich giftigen Wirkungen des Kohlendampfes, ferner seine verbesserten Vorschriften für die Bereitung des Salpeter- und Schwefeläthers, und zuletzt möge an die nach ihm benannten Hoffmanns Tropfen (liquor anodinus Hoffmanni), die durch Mischung des Schwefeläthers in Weingeist bereitet wurden, erinnert sein.

Die Schriften Hoffmanns zeichneten sich vor allem durch Klarheit des Stils und Bestimmtheit des Ausdrucks aus, und weisen wir besonders auf seine gesammelten Werke: „Opera omnia physico medica“, welche in den verschiedensten Sprachen 11 bis 27 Bände füllen, hin. Ferner erwähnen wir seine chemische Sammlung unter dem Titel: „Observationum physico-chymicarum selectiorum libri III“ (1722). Als bedeutend galt sein Lehrbuch: „Chymia rationalis et experimentalis“, welches jedoch erst nach seinem Tode 1784 veröffentlicht wurde.

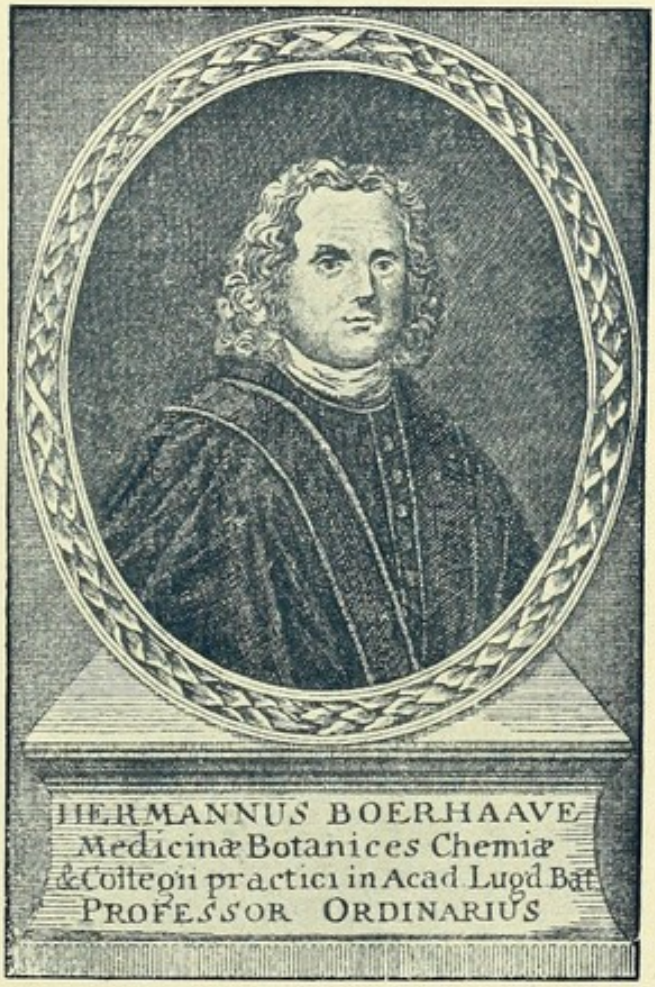
Hermann Boerhave wurde 1668 zu Voorhut bei Leyden, wo sein Vater Prediger war, geboren; anfangs zum Studium der Theologie bestimmt, warf er sich mit vollem Eifer auf alle Fächer, welche das spätere Studium vorbereiten sollten, hauptsächlich erwarb er sich umfassende Kenntnisse in der Mathematik. Hervorzuheben ist, daß Boerhave schon im 16. Lebensjahre verwaist war und sich seinen Lebensunterhalt durch Unterrichtgeben in der Mathematik erringen mußte. Aus verschiedenen Gründen entsagte er später dem Studium der Theologie und befaßte sich von nun an mit der Medizin, in welcher er, ohne mündlichen Unterricht genossen zu haben, durch eigene Arbeit sich großartige Kenntnisse verschaffte. Im Jahre 1693 promovierte er zu Harderwyk zum Dr. med. und sah sich nunmehr durch den sehr schnell steigenden Ruf als tüchtiger Arzt in den Stand gesetzt, sorgenfrei und seinen Neigungen gemäß

zu leben. 1702 als Professor der Arzneiwissenschaften nach Leyden berufen, übernahm er später noch die Vorlesungen über Chemie und Botanik. Boerhave lehrte 36 Jahre an dieser Universität; sein Ruf als bedeutender Arzt verbreitete sich über ganz Europa, und es fehlte denn auch nicht an Hörern aus allen Ländern, die seinen Lehren lauschten. Im Jahre 1738 machte der Tod seinem tatenreichen Leben ein Ende.

Nicht wegen seiner Experimentaluntersuchungen hat sich Boerhave einen ehrenden Platz in der Geschichte der Chemie erworben, sondern durch seine Gabe, mit außerordentlichem Scharfsinn die chemischen Erscheinungen von seinem Gesichtspunkte aus zu betrachten und zusammenzufassen. Für unsere Wissenschaft ist sein im Jahre 1732 erschienenes großes Lehrbuch: „Elementa chymiae“ von großer Bedeutung. Dieses Buch sollte alle damals bekannten chemischen Arbeiten in sich schließen, und in der Tat, es bildete lange Zeit den trefflichsten Leitfaden für das Studium der Chemie.

Geradezu wohltuend und erhebend ist seine Auffassung über die Chemie, als einer durchaus selbständigen, sich keiner anderen unterordnenden Wissenschaft, welche die Erforschung und Erkenntnis der chemischen Tatsachen zu erstreben hat, und ebenso wie Hoffmann verurteilte auch Boerhave den Mißbrauch, welchen die Iatrochemiker mit der Chemie betrieben hatten. Was nun sein Verhältnis zu den Alchemisten anlangt, so war er nicht abgeneigt, ihnen in Sachen, die noch nicht völlig aufgeklärt waren, Recht zu geben; anderseits aber widerlegte er mehrere Angaben, z. B. die über die Fixierung von Quecksilber, sowie Bildung des letzteren aus Bleisalzen. Insofern trug auch Boerhave vieles zur Klärung und Berichtigung alchemistischer Ansichten und Behauptungen bei.

Boerhave scheint in vielen Punkten mit der Phlogistontheorie einverstanden gewesen zu sein, denn wir finden niemals, daß er gegen die Ansichten Stahls Widerspruch erhebt, wenngleich auch er nicht die Annahme teilte, daß die Kalke der Metalle erdartige Elemente dieser seien. Auch mit der Frage nach dem bei der Verkalkung sich abspielenden Vorgange hat sich Boerhave nebst vielen anderen Chemikern beschäftigt, und gerade ihm verdanken wir die wichtige experimentelle Widerlegung der z. B. von Boyle aufgestellten Ansicht, daß bei diesem Prozesse wägbare „Feuermaterie“ aufgenommen werde, durch welche die dabei beobachtete Gewichtszunahme der Metalle zu erklären sei. Sehr auffallend ist es, daß Boerhave in dem Abschnitte: „Feuer“ in seinem schon oben erwähnten Werke: „Elementa chymiae“ die Stahlsche Verbrennungstheorie gar nicht berührt, obgleich er dieselbe jedenfalls gut gekannt haben wird.



(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

Nur einige geäußerte und ziemlich deutliche Wahrnehmungen von der Aufstellung übereilter Hypothesen zeigen, daß Boerhave die Stahlsche Theorie keineswegs in ihrem ganzen Umfange anerkannte. Er hat für die Chemie nur wenige einzelne Experimentierversuche angestellt, desto mehr hat er für die Auffassung der theoretischen Gegenstände unserer Wissenschaft getan. Ja, sein durchdringender, echt wissenschaftlicher Verstand ließ ihn alle Erscheinungen unter dem allgemeinen Gesichtspunkte ordnen; alle Fragen, deren Beantwortung die Erklärung eines Komplexes von Tatsachen einschließt, hat er mit großem Scharfsinn behandelt.

Auf jeden Fall steht Boerhave als ebenso ausgezeichneter Chemiker wie als tüchtiger Arzt da; wenn wir auch vom heutigen Standpunkte aus seine Arbeiten nicht in dem Maße würdigen können, wie sie es zu beanspruchen seiner Zeit ein Recht hatten, so hinderte das uns keineswegs diesem großen Förderer unserer Wissenschaft eine eingehende Besprechung aus Dankbarkeit zu widmen. —

Die Stahlsche Theorie fand in Deutschland den festesten Boden und wurde von fast allen damaligen Chemikern anerkannt; Berlin, welches den Sammelpunkt des deutschen chemischen Lebens bildete, hat denn auch noch verschiedene große Chemiker aufzuweisen, die eine kleine Besprechung in unserer Geschichte verdienen.

Mit Stahl wirkten gleichzeitig Caspar Neumann und Johann Theodor Eller; beide ebenfalls an der Berliner Hochschule tätig, unterstützten die phlogistische Lehre nach Kräften.

Caspar Neumann, im Jahre 1683 zu Züllichau in der Mark Brandenburg geboren, widmete sich anfangs der Pharmazie; nach wechselnden Schicksalen wurde ihm die Gunst des Königs von Preußen zu teil, auf dessen Kosten er Holland, England, Frankreich und Italien bereiste. Überall knüpfte Neumann mit angesehenen Männern der pharmazeutischen Wissenschaft an, in welcher Verbindung er auch länger blieb. Nach Deutschland zurückgekehrt, wurde ihm 1724 die Professur für Chemie an der medizinisch-chirurgischen Bildungsanstalt zu Berlin übertragen. Bald darauf wurde Neumann als Mitglied in die königl. Gesellschaft zu London und später in die Berliner Akademie aufgenommen. Er starb im Jahre 1737 als Hofrat und Hofapotheker.

Neumann erfreute sich bei seinen Zeitgenossen als Scheidekünstler eines guten Rufes. Seine Arbeiten behandeln selten einen Gegenstand von allgemeinem Interesse, und führen wir ihn weniger wegen seinen Arbeiten auf, sondern hauptsächlich deshalb, weil er die Stahlsche Theorie nach Kräften fördern half. Von seinen Wahrnehmungen wollen wir nur die

des flüchtigen Öles der Ameisen erwähnen, welches er durch die Destillation der Tiere gewann; auch machte er noch Beobachtungen über die Bildung von Stearoptene in mehreren flüchtigen Ölen aus dem Pflanzenreiche und andere.

Wenngleich seine Forschungen nicht von so großer Tragweite sind, wie wir auch schon oben bemerkten, so müssen wir Neumann doch das Verdienst zugestehen, daß er die Verbreitung der Chemie nach Kräften förderte und zur Belebung der Neigung für diese Wissenschaft beizutragen suchte. Mehrere ausgezeichnete Chemiker der nächstfolgenden Zeit erkannten lobend an, daß ihr Interesse an der Scheidekunst gerade durch das Studium der Neumannschen Schriften geweckt worden sei.

Johann Theodor Eller, ein Genosse Neumanns und ebenfalls ein ausgezeichneter Chemiker, wurde 1689 zu Plotzkau in Anhalt geboren. Er erhielt eine vorzügliche Erziehung und studierte in Quedlinburg und Jena Jurisprudenz, später Naturwissenschaften an den Hochschulen in Halle, Leyden, Amsterdam und Paris. In letzter Stadt machte er die Bekanntschaft von Lemery und Homberg und anderen damals bekannten Chemikern. Er reiste alsdann nach London und kehrte von dort aus nach Deutschland zurück, wo er 1721 zum anhaltisch-bernburgischen Leibarzt ernannt wurde. Drei Jahre später berief ihn der König von Preußen nach Berlin, wo man ihm die Professur für Anatomie übertrug. Bald darauf wurde er zum ersten Leibarzt und 1755 von Friedrich dem Großen zum Geheimen Rat ernannt. In demselben Jahre wurde Eller zum Direktor der Physikalischen Klasse an der Berliner Akademie befördert; er starb 1760.

Auch dieser Gelehrte kommt für unsere Geschichte insofern in Betracht, als auch er bemüht war, die Ausbreitung und Verwertung der chemischen Kenntnisse nach Kräften zu fördern.

In Bezug auf wissenschaftliches Verdienst um die Phlogistontheorie nimmt unstreitig Andreas Sigismund Marggraf die hervorragendste Stellung ein.

Andreas Sigismund Marggraf wurde 1709 zu Berlin geboren; sein Vater, der Apotheker war, erteilte ihm den ersten Unterricht in der Pharmazie. Später bildete sich unser Forscher unter Neumann in seinem Lieblingsfache, der Chemie, aus und studierte an den Hochschulen zu Frankfurt a. Oder, Straßburg, Halle und auf der Bergschule zu Freiberg. Mit großartigen Kenntnissen ausgestattet, kehrte Marggraf nach Berlin zurück und betrieb nunmehr chemische Forschungen. Er wurde Mitglied der Akademie und im Jahre 1760, nach Ellers Tode, Direktor der philosophischen Klasse. Marggraf hielt sich von allen Streitigkeiten, die zu seiner Zeit sehr oft vorkamen, fern, lebte nur der Wissenschaft und starb im Jahre 1782.

Caspar Neumann.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Joh. Theodor Eller.
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

Vor allem gebührt ihm das Verdienst, der analytischen Methode auf nassem Wege die Aufmerksamkeit der Chemiker wieder zugewendet zu haben und die Benutzung chemischer Hilfsmittel, welche die Arbeiten besonders erleichterten, sicherte ihm entschiedenes Urteil in den verschiedenen Streitfragen, die damals in der Chemie verhandelt wurden. Marggraf hatte einen ehrlichen, biederen Charakter und wurde infolgedessen von allen Seiten sehr geschätzt. Nie mißbrauchte er sein Ansehen, um mit Arroganz seine Meinung als die allein richtige hinzustellen, nein, seine Bescheidenheit ging so weit, daß er fürchtete, der Erkenntnis der Wahrheit durch nur etwas gewagte Behauptungen ein Hindernis in den Weg zu legen, so daß er oft Anstand nahm, aus seinen mit äußerster Umsicht und mit großer Deutlichkeit beschriebenen Versuchen Schlussfolgerungen zu ziehen, welche schon seinen Zeitgenossen klar vor Augen zu liegen schienen.

Was nun seine Arbeiten anlangt, so braucht man nur an seine wichtigen, überraschenden Versuche über die damals noch sehr vernachlässigte Analyse der Körper zu denken, ferner an seine Forschungen über die Phosphorsäure sowie an den Nachweis, daß die Tonerde und die sogenannte Bittererde zwei verschiedene Körper sind. Ganz besonders erwähnen wir hier seine Untersuchungen des Saftes der Runkelrüben, in welchem er den Rohrzucker entdeckte. Bei dieser Gelegenheit bediente sich Marggraf des Mikroskopes und führte dasselbe als notwendiges Instrument zum Nachweise charakteristischer Stoffe in der Chemie ein. Mit dem großen Talente, scharf zu beobachten, verband sich die Gabe, auf Grund ruhiger Spekulationen richtige Schlüsse zu ziehen. Aber wie alle Phlogistiker, so war auch Marggraf nicht imstande, in einem Punkte den richtigen Schlußsatz zu ziehen; obwohl er selbst die Gewichtszunahme des Phosphors, welche derselbe bei Übergang in Phosphorsäure erfährt, erwiesen hatte, konnte er sich doch von der damaligen Annahme nicht frei machen, daß bei dem Verbrennungsprozesse Phlogiston entweiche, und das Charakteristische an Marggraf ist, daß er sich von dieser Annahme nicht abbringen ließ, trotzdem die antiphlogistische Lehre in den letzten Jahren seines Lebens schon Platz gegriffen hatte. Nicht zu vergessen ist, daß Marggraf auch auf dem Gebiete der technischen Chemie bedeutendes geleistet, z. B. seine Versuche über einige Metallgemische zum technischen Gebrauch aus Kupfer, Zinn und Zink, ferner machte er mehrere wichtige Beobachtungen für die Färberei bekannt.

Die Abhandlungen Marggrafs sind fast sämtlich in den Druckschriften der Berliner Akademie enthalten; eine Sonderausgabe erschien

zu seinen Lebzeiten in zwei Bänden unter dem Titel: „Chemische Schriften".

Der eigentliche Nachfolger und Schüler Stahls ist *Johann Heinrich Pott;* geboren 1692 zu Halberstadt, bezog er später, für die Theologie bestimmt, die Universität in Halle; hier änderte er sein Vorhaben und hegte den Wunsch, sich für die Folge nur der Chemie zu widmen. Pott studierte unter Hoffmann und Stahl und brachte es zu einem tüchtigen Scheidekünstler. Er ließ sich ebenfalls in Berlin nieder und erhielt nach Neumanns Tode 1737 die Professur an der medizinisch-chirurgischen Bildungsanstalt. Später wurde Pott in die Königl. Akademie als Mitglied aufgenommen, kam aber mit Eller derart in Streit, daß er es vorzog, aus dieser Gesellschaft wieder auszutreten. Er starb im Jahre 1777.

Pott war ein durch und durch gebildeter Mensch, mit großer Ausdauer und intensivem Eifer verlegte er sich auf das Studium unserer Wissenschaft und war auch auf dem Gebiete der praktischen Chemie äußerst tätig.

Die Phlogistontheorie erkannte er in vollem Maße an und wollte sie zur Erklärung mancher Erscheinungen anwenden, was ihm jedoch nicht glückte. So z. B. glaubte er, daß die roten Dämpfe der rauchenden Salpetersäure auf der Ausdehnung der darin enthaltenen entzündlichen Teilchen beruhten. Das Phlogiston bezeichnete er, sich den älteren Ansichten wieder etwas annähernd, als eine eigentümliche Art von Sulphur.

Zu erwähnen wäre noch, daß seiner unermüdlichen Ausdauer, die er beispielsweise bei seinen Versuchen, Porzellan zu bereiten, an den Tag legte, keineswegs der Erfolg entsprach.

Von seinen Schriften wollen wir besonders seine unter dem Titel: „Chemische Untersuchungen, welche fürnehmlich von der Lithogeognosia oder Erkenntniß und Bearbeitung der gemeinen einfacheren Steine und Erden, ingleichen von Feuer und Licht handeln" 1746 veröffentlichte, erwähnen; Fortsetzungen hierzu wurden von 1751—1754 herausgegeben.

Wir haben nunmehr die namhaftesten Chemiker Deutschlands im phlogistischen Zeitalter kennen gelernt und dabei erfahren, daß sich die Chemie in diesem Zeitraume ausserordentlich ausgebreitet hat. Die chemische Wissenschaft ist eine selbständige geworden, vor allem wurde sie zu einem angesehenen Teile des Unterrichtswesens gehoben, wobei mancher Forscher erheblichen Anteil genommen hat. Wir haben aber auch gesehen, daß sich immer mehr Männer fanden, die ihr Interesse unserer Wissenschaft zuwendeten; es konnte denn auch nicht fehlen, daß gerade diese Epoche, die reich an Gründung neuer Hochschulen, Bildung von gelehrten Gesell-

schaften, Ausbreitung einer großen Zahl von Fachzeitschriften war, eine herrliche Entfaltung des naturwissenschaftlichen Lebens mit sich brachte.

Wenngleich wir schon im Verlaufe unserer Betrachtung dieses Zeitalters auf manche Akademie und Hochschule, die einen berühmten Chemiker zu ihren Mitgliedern zählte, gestoßen sind, so müssen wir an dieser Stelle auch noch den anderen Akademien, die in dieser Epoche entstanden, ein wenig Beachtung schenken, weil dieselben für die kommende weitere Entwicklung der Chemie große Bedeutung haben.

Unter dem Vorsitze Albrechts von Haller wurde im Jahre 1751 eine Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen gegründet, deren Kommentarien 1752 bis 1755 veröffentlicht wurden; nach einer längeren Unterbrechung erschienen sie wieder von 1771 an als „Novi Commentarii" und von 1778 an als „Commentationes" regelmäßig.

Von ebenso großer Wichtigkeit war die Gründung der Münchener Akademie, gestiftet 1759, welche ihre wissenschaftlichen Abhandlungen von 1763 an veröffentlichte. Gleichzeitig wollen wir auch der Haarlemer Gesellschaft der Wissenschaften, die 1754 gegründet wurde und auch zugleich ihre Arbeiten veröffentlichte, gedenken; denn auch sie zählte manchen tüchtigen Chemiker zu ihren Mitgliedern. Dies alles genügt, um den Beweis zu erbringen, wie verhältnismäßig schnell die wissenschaftlich-chemischen Kenntnisse in dieser Epoche vorangeschritten sind.

Wir werden nunmehr noch zu erörtern haben, wie sich das wissenschaftliche Leben auf chemischem Gebiete auch in den anderen Ländern entwickelt hat.

Wenden wir uns zunächst nach Frankreich! Dieses Land hatte im 18. Jahrhundert bis zum Sturze der Phlogistontheorie mehrere Chemiker aufzuweisen, die, der Phlogistontheorie zugetan, unsere Wissenschaft auch mit wichtigen Tatsachen, sowie hin und wieder durch Aufstellung brauchbarer Theorien bereichert haben. Es waren dies hauptsächlich Geoffroy, Duhamel, Rouelle und Macquer.

Stephan Franz Geoffroy, der im großen und ganzen ein Anhänger der phlogistischen Lehre und ein Zeitgenosse Stahls war, wurde als Sohn eines Apothekers im Jahre 1672 zu Paris geboren. Durch das Interesse, welches Geoffroys Vater allen Zweigen der Pharmazie zuwandte, wurde das Haus der Versammlungsort aller an dieser Wissenschaft teilnehmenden Gelehrten. Die Folge davon war, daß der junge Geoffroy eine tiefe Neigung zum Studium der Naturwissenschaften faßte, umsomehr, als er mit den hervorragendsten französischen Naturforschern täglich in Berührung kam. Während er sich im väterlichen Hause mit der Pharmazie

beschäftigte, hörte Geoffroy noch nebenbei auf der dortigen Universität Chemie und Medizin. Weitere Ausbildung suchte er sich dadurch anzueignen, daß er in mehreren französischen Städten als Apothekergehülfe konditionierte. Im Jahre 1698 begleitete er den Grafen Tallard, welcher zum französischen Botschafter am englischen Hofe ernannt worden war, mit nach London, wo er mit bedeutenden Fachgenossen bekannt und von der Royal Society als Mitglied aufgenommen wurde; 1700 kehrte er durch Holland nach seiner Heimatstadt Paris zurück. Aber auch jetzt wieder nahm er die Stellung eines Leibarztes des Herrn von Louvois an und begleitete ihn nach Italien. Auf all diesen Reisen widmete er sich neben der Pharmazie auch der Medizin und promovierte nach seiner Rückkehr im Jahre 1704 zum Doktor der Heilkunde. Drei Jahre später zum Professor der Chemie an dem Jardin des plantes und 1709 zum Professor am Collège royal ernannt, wirkte Geoffroy noch, inzwischen zum Mitgliede der Akademie (1699) ausgezeichnet, als Lehrer und forschender Chemiker bis zum Jahre 1731, in welchem er sein tatenreiches Leben durch den Tod abschloß.

Die meisten Arbeiten Geoffroys bewegen sich auf pharmazeutisch-chemischem Gebiete; dagegen hat er sich durch seine Arbeiten über die chemische Verwandtschaftslehre sehr bekannt gemacht. Wir erwähnen hier seine „Tables des rapports“ Verwandtschaftstafeln (siehe Abbild.), in denen die Ergebnisse seiner wichtigsten Beobachtungen zusammengestellt sind. Diese haben einen überaus großen Einfluß auf die Affinitätslehre ausgeübt.

Was die Frage der Verkalkung und Verbrennung betrifft, so stand er den Ansichten Stahls sehr nahe; er sah z. B. die Zusammensetzung der Metalle als aus Erden und Schwefel bestehend an. Seine theoretischen Kenntnisse waren mehr als sonderbar, indem er z. B. behauptete, daß das in den Pflanzenaschen enthaltene Eisen durch den Glühprozeß künstlich erzeugt sei.

Von seinen Schriften erwähnen wir ganz besonders seine der Akademie vorgelegten Denkschrift: „Des supercheries concernant la pierre philosophale“, mit welcher er sich ein großes Verdienst durch seine energischen Angriffe gegen die alchemistischen Schwindeleien erwarb. Seine Abhandlungen sind teils in den „Philosophical transactions“, teils in den Memoiren der Pariser Akademie niedergelegt. Aus seinem anderen Werke: „Tractatus de materia medica“, welches lange Zeit berühmt war, kann man erkennen, wie sehr Geoffroy die Chemie als Hilfswissenschaft der Medizin geschätzt hat.

Nicht so von Bedeutung wie der eben behandelte Forscher, ist sein jüngerer Bruder *Claude Joseph Geoffroy* (1686—1752); derselbe ist

Stephan Franz Geoffroy.
(Kgl. Kupferstich-Kabinett, Berlin.)

für unsere Geschichte nicht so von Belang, daß wir ihn eingehender zu besprechen hätten.

Wir kommen jetzt zu einem französischen Gelehrten, der in vielen Zweigen der Wissenschaft durch seine vorzüglichen Arbeiten bekannt ist und die Chemie mit neuen Entdeckungen bereichert hat, es ist: *Heinrich Ludwig Duhamel du Monceau.* Einer ursprünglich niederländischen Familie angehörend, wurde Duhamel im Jahre 1700 zu Paris geboren; er erhielt eine sehr gute wissenschaftliche Vorbildung und bezog alsdann die dortige Universität, wo er bei St. Geoffroy und Lemery Chemie studierte. Dabei wandte er aber auch sein Interesse anderen Wissenschaften, wie u. a. der Botanik und Physiologie, zu. 1741 zum Mitgliede der Akademie ernannt, wirkte er erfolgreich mit seinen naturwissenschaftlichen Forschungen, bis der Tod seinem tatenreichen Leben ein Ende bereitete.

Seine hervorragenden Arbeiten, die ihn zu großem Ansehen brachten, bewegen sich auf dem Gebiete der Physik, Meteorologie, Physiologie, Botanik und hauptsächlich Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikulturtechnik, sowie der angewandten reinen Chemie.

Besonders hervorzuheben ist, daß er den bestimmten Nachweis der Verschiedenheit des Kalis von dem Natron lieferte, indem er das letztere in reinem Zustande darstellte, untersuchte und auch zeigte, daß es die Base von dem Steinsalz, Borax, Glaubersalz und Soda sei. Ja, die ersten Vorschläge, Soda künstlich aus Steinsalz zu bereiten, rühren von ihm her und verraten seinen weitschauenden Blick.

Neben den vielen praktischen Arbeiten, war Duhamel auch ein ebenso fruchtbarer Schriftsteller; von seinen zahlreichen Schriften kommen für uns natürlich nur diejenigen in Betracht, die sich speziell mit der Chemie befassen. Wir registrieren hier folgende:

„L'art du Tuilier et du Briquetier“ (1763), „L'art de convertir le cuivre rouge en laiton“ (1764), „L'art de faire la colle“ (1771), „La fabrique de l'amidon“ (1775), „L'art du savonnier“ (1777).

Während Duhamel nur seinen Arbeiten oblag, wirkte ein anderer Gelehrter, namens Rouelle, als anregender Lehrer; und gerade aus den Überlieferungen seiner Lehrtätigkeit ist es uns ermöglicht, einen Einblick in die damaligen Verhältnisse des Unterrichts zu bekommen, weshalb wir bei diesem Gelehrten eine kleine Betrachtung anstellen wollen.

Wilhelm Franz Rouelle (1703—1770) war hauptsächlich als Lehrer der Chemie tätig; unter seinen Schülern sind besonders die später zu behandelnden Forscher Lavoisier und Proust zu nennen. Aber auch als selbständiger Forscher hat sich Rouelle rühmlichst hervorgetan, was manche

treffliche Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse beweisen. — Von großer Bedeutung ist seine umfassende Feststellung des Begriffes Salz; diese Arbeit ist in den Memoiren der Akademie für 1745 festgelegt. Bei der Erforschung über die Zusammensetzung der Körper schien ihm die Entscheidung darüber, ob dieselben zu den Salzen gehören oder nicht, als allein maßgebend. Die Salze werden durch Vereinigung von Säuren jeglicher Art mit verschiedenen Basen erzeugt. Rouelle unterschied neben den neutralen Salzen saure und basische. Mit diesen Arbeiten hatte Rouelle Vortreffliches geleistet und war seinen Zeitgenossen einen großen Schritt weiter voraus.

Von Höfer in seiner „Hist. de la chimie“ II, 378 erfahren wir einiges über die damalige Unterrichtsweise in unserer Wissenschaft, was wir hier in Kürze wiedergeben wollen: In jener Zeit wurde in Paris die Chemie von zwei Dozenten vorgetragen, von denen der eine über die Theorie chemischer Prozesse sprach, der andere im Anschluß daran deren praktische Ausführung erläuterte und ausführte. Rouelle, der ein sehr lebhafter Mensch war, geriet bei seinen Vorträgen manchmal derart ins Feuer, daß er sich seiner Perrücke und einzelner Kleidungsstücke entledigte.

Wir kommen nun zu dem letzten französischen bedeutendsten Phlogistiker, einem Zeitgenossen Rouelles, namens Macquer, dessen Lehrtätigkeit ebenfalls eine ersprießliche gewesen ist und zur Förderung chemischer Kenntnisse sehr viel beigetragen hat.

Peter Joseph Macquer wurde 1718 in Paris geboren und widmete sich mit vollem Eifer dem Studium der Chemie. Im Jahre 1745 in die Akademie als Mitglied aufgenommen, nahm er an der Beurteilung der wichtigsten Entdeckungen den größten Anteil. Später als Professor am Jardin des plantes hatte er erst recht Gelegenheit, für die Ausbreitung der Wissenschaft tätig zu sein, und in der Tat, Macquer bereicherte die Chemie mit zahlreichen Originalarbeiten. Er starb im Jahre 1784.

Vor allem war Macquer durch und durch Phlogistiker; er war stets bestrebt, die sich immer mehrenden Widersprüche zwischen Theorien und Tatsachen aus dem Wege zu schaffen. Die Gewichtsverhältnisse beachtete er nicht, und daher kam es, daß er sich von der Theorie nicht lossagen konnte. Das hindert uns jedoch nicht, seine Verdienste, die er der rein angewandten Chemie zukommen ließ, rühmlichst hervorzuheben.

So verdankt ihm die Färberei schätzbare Belehrungen und die Manufaktur zu Sèvres gelangte zur Benutzung der trefflichen Porzellanerde infolge eines Preises, den er für die Auffindung einer solchen aussetzte.

Von seinen Schriften sind besonders seine Lehrbücher von Bedeutung; hervorzuheben sind seine: „Elements de chymie théorique“ (1749)

(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

und „Elements pratiques“ (1751), ferner sein: „Dictionnaire de chymie“ (1778).

Obgleich in Frankreich ein Zentralisieren der Wissenschaft hervortritt und hier, nicht wie in Deutschland, eine Stadt als Metropole der ausgezeichnetsten Chemiker galt, so erhob sich auch in dem übrigen Frankreich nach und nach ein reges Interesse, die Chemie nach Kräften zu fördern. Die Folge davon war, daß in vielen Städten dieses Landes Akademien entstanden, die ihr Interesse unserer Wissenschaft zuwandten. Von allen gegründeten gelehrten Gesellschaften kommt für unsere Geschichte hauptsächlich die Académie des sciences, arts et belles lettres zu Lyon in Betracht; obwohl schon 1693 vorbereitet und seit dem Jahre 1725 dem Namen nach bestehend, trat sie doch erst im Jahre 1741 in Tätigkeit. Sie hatte bei dem Schlusse dieses Zeitalters manchen tüchtigen Chemiker herangebildet, dessen wir in der kommenden Epoche erst zu erwähnen haben. Ihre Memoiren erschienen vom Jahre 1769 an; dieselben enthalten vieles Wertvolle in Bezug auf wissenschaftliche Abhandlungen in der Chemie.

Auch in den beiden Ländern England und Schweden, in welchen die Chemie in dem 18. Jahrhundert die eifrigste Pflege genoß, sind die namhaftesten Forscher, denen unsere Wissenschaft sehr viel verdankt, der Phlogistontheorie treu geblieben; aber gerade durch die Arbeiten dieser Männer, wie Black, Cavendish, Priestley und Scheele erlitt diese Lehre die größte Erschütterung. Wir werden dieses bei der Betrachtung der bedeutenden Männer erfahren. In England machte sich ebenfalls die Gründung wissenschaftlicher Gesellschaften geltend. Schon im Jahre 1731 hatte sich in Edinburg durch das Zusammentreten mehrerer Ärzte eine solche Gesellschaft gebildet, die sich zwar in den ersten Jahren die Aufgabe gestellt hatte, der medizinischen Wissenschaft fördernd zu sein, die aber später mit erweiterter Aufgabe ihre Beschäftigung auf die gesamte Naturwissenschaft ausdehnte und seit 1754 in ihren Essays and Observations Physical and Literary read before a Society in Edinburgh viele chemische Abhandlungen veröffentlichte. — Im Jahre 1788 wurde die Gesellschaft als Königliche Akademie anerkannt, und von nun an erschienen ihre Denkschriften als: „Transactions of the Royal Society of Edinburgh“.

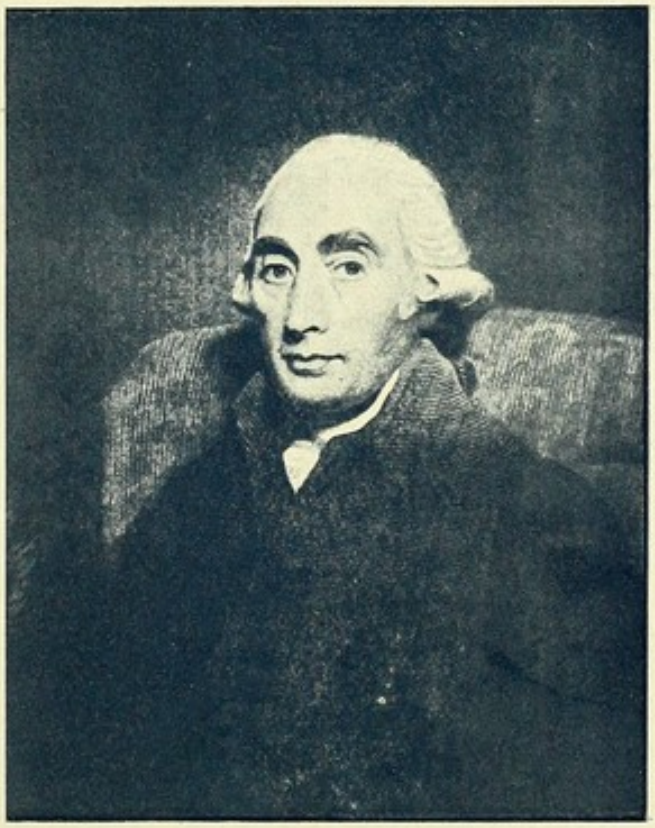
Eine ähnliche Gesellschaft wurde 1782 zu Dublin gegründet, die ihre Denkschriften unter dem Titel: „Transactions of the Royal Irish Academy“ herausgab. Diese Akademie hat zwar auch tüchtige Chemiker, wie z. B. Kirwan, auf welchen wir noch zurückkommen werden, auf-

zuweisen, trotzdem glauben wir von einer eingehenderen Besprechung absehen zu können. — Dagegen gehörte der Edinburger Akademie ein Gelehrter an, mit dessen Tätigkeit wieder ein größerer Einfluß der chemischen Untersuchungen in seinem Vaterlande auf die gesamte Wissenschaft beginnt.

Joseph Black wurde 1728 zu Bordeaux, wo sein Vater den Handelsgeschäften oblag, geboren; seine erste Ausbildung erhielt er in Belfast, worauf der junge Black im Jahre 1746 die Universität zu Glasgow bezog. Hier studierte er Medizin, wandte sich aber gleichzeitig auch den Naturwissenschaften, namentlich der Chemie, zu. Im Jahre 1750 ging Black nach Edinburg, um dort seine medizinischen Studien zu vollenden. Durch seine Inauguraldissertation, in welcher er seine Ansichten über die kaustischen Alkalien entwickelte, stieg sein Ruf als Chemiker so schnell, daß er schon im Jahre 1766 die Professur für Chemie in Edinburg erhielt; bis 1797 war er für die Verbreitung unserer Wissenschaft überaus fördernd tätig. Infolge zunehmender Schwäche mußte er von seinem Lehramte zurücktreten und damit auch allen anstrengenderen wissenschaftlichen Arbeiten entsagen. Black starb im 71. Jahre seines Lebens im Jahre 1799.

Durch seine ausgezeichneten Experimentaluntersuchungen, die in den „Philosophical transactions“ veröffentlicht wurden, namentlich durch seine, für jene Zeit musterhaften, mit großem Scharfsinn angestellten Versuche über die Kohlensäure und ihre Verbindungen mit den Alkalien sowie Erden, hat Black die Chemie außerordentlich gefördert. Ja, seine Beobachtungen führten zur sicheren Kenntnis von Vorgängen, welche früher ganz falsch erklärt worden waren, und lenkten die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Gase.

Nicht zufrieden mit diesen bedeutenden Arbeiten, hat Black auch der Physik ein neues Feld erschlossen, indem er zuerst auf die Erscheinung der sogenannten latenten Wärme aufmerksam wurde, wobei er die Kunst des Experimentierens auf das glänzendste bewies. Er begründete diese Wärmelehre, indem er zeigte, daß eine gewisse Menge Wärme nötig ist, um feste Körper wie Eis flüssig zu machen, und daß diese gewisse Wärme nicht die Temperatur des Körpers erhöht, sondern nur zur Änderung seines Aggregatzustandes verwandt wird, daß sie absorbiert wird, ohne dann für das Thermometer noch weiter wahrnehmbar zu sein, weshalb er sie als latente Wärme bezeichnete. — Aber noch andere chemische Untersuchungen, die Black ausführte, verdienen hier hervorgehoben zu werden. Fassen wir zunächst seine Arbeiten über die alkalischen Erden und die Alkalien näher ins



Jos. Black.
(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

Auge, so werden wir seine Bedeutung im Vergleich zu den anderen Chemikern, die sich mit gleichen Arbeiten befaßt haben, zu würdigen wissen. Die kohlensauren Verbindungen der Alkalien wurden von Black für einfache Körper gehalten, ferner nahm er an, daß durch Brennen des Kalksteins Feuermaterie aufgenommen würde, die beim Kaustisieren von Soda und Pottasche mittels Kalk auf diese übergehe. Weiter trug er durch seine chemischen Untersuchungen dazu bei, den Unterschied der Magnesia von der Kalkerde noch fester zu begründen. Er bewies, daß umgekehrt beim Glühen des Kalksteins und der Magnesia alba etwas fortgehe, was einen Gewichtsverlust herbeiführe und identisch sei mit van Helmonts „gas sylvestre". Dieses Gas nannte er aus dem Grunde „fixe Luft", weil dasselbe von den ätzenden Alkalien, Kalk gebunden oder fixiert wird; dasselbe wies er auch in den milden Alkalien nach, gleichzeitig beobachtete er, daß, wenn man letzteren durch Kalk und Magnesia die Kohlensäure entzieht, diese zu ätzenden Alkalien werden. Diese Arbeiten tragen an sich schon das Gepräge einer neuen Richtung. Auch schenkt Black den Gewichtsdifferenzen der in Reaktion tretenden Stoffe große Beachtung, und nur diesen zufolge kann man begreifen, daß er der Phlogistontheorie Valet sagte und sich der neuen Lehre Lavoisiers anschloß.

Vor allem gebührt Black das Verdienst, daß er durch seine grundlegenden Arbeiten zahlreiche Irrtümer beseitigte und einer richtigen Erkenntnis von der wahren Zusammensetzung chemischer Verbindungen einen großen Teil vorgearbeitet hat. — Trotzdem wurden die klaren Folgerungen, welche Black aus seinen Versuchen über die Kaustizität schloß, von vielen Chemikern bemängelt, selbst von dem großen Chemiker Lavoisier. Ja, es ist in der Tat sehr befremdlich, zu sehen, daß letzterer sich nicht dazu entschließen konnte, das Verdienst Blacks anzuerkennen, im Gegenteil, Lavoisier stellte sich auf Seite der Gegner desselben, die natürlich nicht fähig waren, auch nur eins seiner Argumente zu entkräften.

Black war infolge seiner körperlichen Schwäche kein produktiver Schriftsteller; wir wollen nur die oben schon erwähnte Dissertation: „Dissertatio de humore acido a cibo orto et de magnesia" nochmals anführen, ferner sei seiner „Lectures on Chemistry", welche nach seinem Tode 1803 veröffentlicht wurden, noch gedacht.

Wenn Black die Chemiker seiner Zeit auf die Weitererforschung der Gase hingewiesen hatte, so gebührt einem Mitarbeiter dieses Gelehrten, Cavendish, das Verdienst, diese Lehre in chemischer Beziehung durch genaue und richtige Versuche gewaltig gefördert zu haben.

Heinrich Cavendish, einer sehr begüterten Familie angehörend, wurde im Jahre 1731 zu London geboren; die Wissenschaften waren seine Lieblingsbeschäftigung, besonders Chemie und Physik.

Über sein Wesen läßt sich sehr wenig sagen, da er als menschenscheuer Einsiedler vor jeder Berührung mit der Öffentlichkeit zurückwich. Sein wenig leutseliger Charakter ließ inn nur mit einer sehr kleinen Zahl von Chemikern in Berührung treten; er lebte stets zurückgezogen, seine Kräfte in aller Stille den Naturwissenschaften widmend, fast immer in London, bis 1810 der Tod eintrat.

Als ganz eigentümlichen, von anderen Gasen verschiedenen Körper lehrte Cavendish den Wasserstoff (inflammable air) erkennen, und sind seine diesbezüglichen Untersuchungen als wirklich meisterhaft zu bezeichnen. Nicht weniger hervorragend sind seine Arbeiten über die Kohlensäure, und hierdurch ist er als einer der Begründer der pneumatischen Chemie und damit der neuen Ära zu bezeichnen. Wie scharfsinnig seine Arbeiten waren, beweist sein Nachweis, daß das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehe, und daß die Luft ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff ist, daß die Salpetersäure sich durch Vereinigung der beiden letzten Gase herstellen läßt. In der Tat waren diese Entdeckungen von der größten Tragweite! Daß Cavendish bei all dieser Erkenntnis nicht ganz von der Phlogistontheorie loszubringen war, ist wohl darauf zurückzuführen, daß er die Gewichtsverhältnisse bei den Verbrennungsprozessen nicht streng genug berücksichtigte und die letzteren auf eine ihm genügend erscheinende Art erklärte, indem er den Wasserstoff mit Phlogiston identifizierte.

Bei seinen Untersuchungen über Gase, deren spezifisches Gewicht und Volumverhältnisse er bei chemischen Reaktionen feststellte, hatte Cavendish eine staunenerregende Genauigkeit betätigt. Und wenn man bedenkt, mit welchem Scharfsinn er physikalische Experimente ausführte, wie dies z. B. seine Arbeiten über die spezifische Wärme von Metallen, sowie sein von ihm zuerst erfolgreich ausgeführter Versuch beweisen, das spezifische Gewicht der Erde festzustellen, so sollte man es eigentlich für durchaus unmöglich halten, daß Cavendish gerade den Gewichtsverhältnissen so wenig Gewicht beigelegt hat.

Seine schriftstellerischen Leistungen, die weniger zahlreich sind, legte er in den „Philosophical Transactions“ (1766—1792) nieder; einige seiner Abhandlungen kamen auch als selbständige Werke heraus, wie z. B. die „Experiments on air“ (1784), ein „Account of a new Endiometer“ (1783).

Wenn Cavendish nur wenige Gasarten, solche allerdings gründlich, untersucht hatte, so übertraf ihn ein Zeitgenosse darin sehr weit, was die Anzahl der von ihm entdeckten gasförmigen Körper betrifft. Es ist Joseph Priestley, der eifrigste Vorkämpfer der phlogistischen Theorie; ein exzentrischer Kopf, in welchem sich phantastische Spekulationen mit einfach kindlichem Sinn gepaart fanden, hat Priestley, wie kein anderer bis an sein Lebensende die antiphlogistische Lehre bekämpft, obwohl gerade seine Versuche häufig zur Stärkung, ja zur Begründung jener gedient haben. Ganz im Gegensatz zu den schon behandelten Forschern Black und besonders Cavendish, führte Priestley ein wechselndes, unstetes, an Verfolgung reiches Leben. Sein eigentliches Studium war das der Theologie gewesen, und erst später kam er mit naturwissenschaftlichen Fragen in Berührung.

Joseph Priestley wurde im Jahre 1733 zu Fieldheat bei Leeds (Yorkshire) geboren. Von seinem Vater zum Kaufmann bestimmt, erhielt er den entsprechenden Unterricht; doch blieb er den wissenschaftlichen Fächern nicht fremd. Insbesondere fand er große Freude an alten Sprachen, umsomehr als er mehr Neigung zum geistlichen als zum Handelsstande hatte.

Im neunzehnten Jahre entschloß er sich, seiner Neigung zu folgen; er bezog die Akademie zu Daventry, um Theologie zu studieren. Er hatte sich beim Verlassen dieser Anstalt 1755 in religiöse Ansichten hineingefunden, die von den in England herrschenden bedeutend abwichen, und eine gewisse Unduldsamkeit in religiösen und auch politischen Dingen in sich aufgenommen, welche später den nachteiligsten Einfluß auf seine Lebensverhältnisse ausübte.

Zunächst ließ sich Priestley zu Needham, Grafschaft Norfolk, als Prediger der dortigen dissentierenden Gemeinde nieder, welche Stellung er mit einer gleichen in Nentwich 1758 vertauschte. Hier begann er seine naturwissenschaftlichen Studien, beschäftigte sich vornehmlich mit der Elektrizitätslehre und gewann hierdurch die Grundlage der Kunst des Experimentierens. Drei Jahre später wurde er als Sprachlehrer an die Akademie zu Warrington berufen; in dieser Stellung, welche er sechs Jahre lang bekleidete, fand er nun noch mehr Muße, sich den Naturwissenschaften zu widmen. Im Jahre 1767 erschien eine „Geschichte der Elektrizitätslehre", die nicht nur in England, sondern auch in Frankreich und Deutschland hoch geschätzt wurde. Priestley wurde denn auch Mitglied der königl. Gesellschaft zu London und erhielt von der Universität Edinburg für seine Verdienste um die Wissenschaft das Ehrendiplom als

Doktor der Rechte. 1767 ließ er sich wieder als Prediger in Leeds nieder; doch war auch hier seines Bleibens nicht von Dauer, er begleitete 1773 einen reichen Engländer, den Grafen Shelburne als Gesellschafter durch Holland, Frankreich, wo er in Paris mit den bedeutendsten Chemikern bekannt wurde, und durch einen Teil Deutschlands. Aber auch mit dem Grafen blieb Priestley, infolge seiner philosophischen Ansichten nicht im Einverständnis. Schon 1780 erfolgte die Trennung; wenngleich er von Shelburne auch später noch eine kleine Unterstützung erhielt, so war dieselbe doch zu seinem Lebensunterhalte nicht hinreichend. Seine Freunde veranstalteten eine Subskription, um ihn in seiner bedrängten Lage durch einige Mittel zu unterstützen. Er erhielt alsdann wieder eine Predigerstelle an der dissentierenden Gemeinde zu Birmingham; hier hatte er nun hinreichende Mittel, um sich den Naturwissenschaften fortan widmen zu können. Allein es dauerte nicht lange, und Priestley verwickelte sich in theologische und politische Streitigkeiten so, daß er in den Ruf eines französischen Revolutionärs geriet. Der Haß des Volkes steigerte sich derartig, daß 1791, am Jahrestage der Zerstörung der Bastille, den seine Freunde feiern wollten, sein Haus und die Kirche der Gemeinde verbrannt wurde. — Nur seinem großen Glücke ist es zuzuschreiben, daß Priestley mit seinem Leben davon kam; doch war sein Name in ganz England verhaßt, er fand nirgends mehr ein Unterkommen, selbst seine Kollegen in der Akademie, der er als Mitglied angehörte, feindeten ihn an und bemängelten sein Betragen. Somit war Priestley genötigt, England ganz zu verlassen; er siedelte 1795 mit seiner Familie nach Nordamerika, dort bot man ihm die Professur für Chemie an der Hochschule zu Philadelphia an, wovon er aber keinen Gebrauch machte. Er ließ sich an den Quellen des Susquehannah nieder, beschäftigte sich neben der Theologie hauptsächlich noch mit Chemie und verfaßte viele literarische Arbeiten. Im Jahre 1801 fand das wechselreiche Leben durch den Tod seinen Abschluß.

Mit der großen Gabe zu experimentieren und zu beobachten ausgestattet, dabei ohne naturwissenschaftliche Vorbildung, wollte Priestley das bedeutende wissenschaftliche Problem der pneumatischen Chemie lösen. Es ist deshalb doppelt anzuerkennen, mit welchem Scharfsinn und Fleiß er sich in diese Arbeiten vertiefte. Neben den schon entdeckten Gasen — der Kohlensäure und dem Wasserstoffe — hat Priestley noch viele andere, die bis zu dieser Zeit gänzlich unbekannt waren, entdeckt und beschrieben. Die wichtigste Entdeckung, die er aber gemacht hat, ist unstreitig die des Sauerstoffs im Jahre 1774. — Nur Scheele hat vor ihm derartige

Josef Priestley.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Arbeiten ausgeführt, aber den Fehler gemacht, dieselben nicht sofort zu veröffentlichen.

Auch bei diesem Forscher tritt das Eigentümliche hervor, daß er trotz der großartigen Arbeit über den Sauerstoff, den Verbrennungsprozeß nicht eingehender bearbeitete; im Gegenteil, Priestley blieb durch und durch Phlogistiker. Ja noch mehr! Wenn man bedenkt, daß Priestley aus einer solch umfassenden Arbeit, wie beispielsweise die über den Kreislauf des Sauerstoffs, welcher in der organischen Welt durch den Stoffwechsel der Tiere und Pflanzen bewirkt wird, wichtige Schlüsse zu ziehen vermochte, konnte er die einfache Verbrennung — gebannt durch eine irrige Hypothese — nicht deuten.

Die ersten chemischen Publikationen Priestleys datieren aus dem Jahre 1772 und haben zum Gegenstande die Sättigung des Wassers mit Kohlensäure, um künstliche Säuerlinge zu erzeugen. Auf die hauptsächlichste Entdeckung des Sauerstoffs werden wir später eingehend zurückkommen. Von seinen anderen chemischen Arbeiten erwähnen wir hier kurz die des Stickstoffoxyduls 1776 und des Kohlenoxyds 1799; diese Arbeiten bildeten den Schluß dessen, womit er die Chemie bereicherte. Aber auch andere Gase, die er ebenfalls entdeckte, wollen wir noch registrieren, und zwar das schwefligsaure 1775, das salzsaure 1774, das Ammoniak- 1774 und das Fluorkieselgas 1775. Diese Gase sind vom Wasser mittels eines mit Quecksilber gefüllten pneumatischen Apparates absorbiert und untersucht.

Von seinen literarischen Arbeiten hatte er in den „Philosophical Transactions“ 1766—1791 sehr viele veröffentlicht. Zur Verteidigung der Phlogistontheorie schrieb er in Amerika noch mehrere Artikel, die aber viel zu spät kamen und die antiphlogistische Bewegung nicht mehr aufhalten konnten. Aus der Betrachtung der letzten Chemiker haben wir gefunden, daß sie, obwohl alle der phlogistischen Lehre treu, doch Tatsachen festgestellt haben, die mit derselben unvereinbar waren und auf diese sowohl, als auch auf seine eigenen Versuche gestützt, hatte Lavoisier die phlogistische Theorie widerlegt.

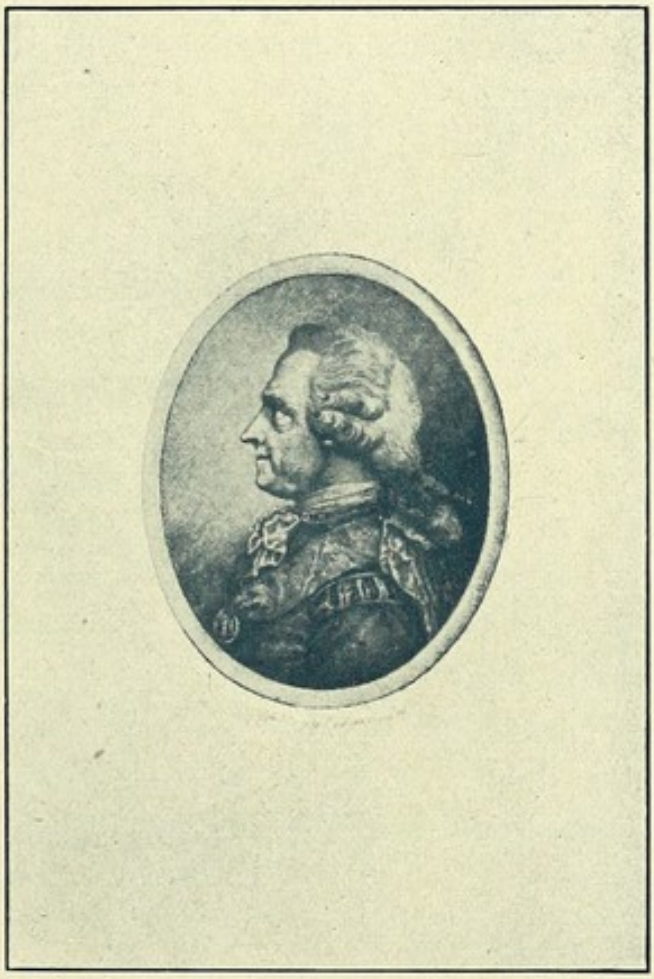
Wenn auch die nordischen Länder mit Gründung von gelehrten Gesellschaften nicht zurückgeblieben waren, so übten dieselben doch erst später einen bedeutenden Einfluß auf die Chemie aus. So wurde z. B. in Petersburg von Peter I. im Jahre 1724 der Grund zu einer Akademie der Wissenschaften gelegt, welche seine Nachfolgerin Katharina I. ein Jahr darauf zustande brachte, und die von Peter II. bestätigt wurde. Von 1728 gab sie ihre Arbeiten heraus, die zwar vieles in Bezug auf die

Chemie enthielten, aber von sehr untergeordnetem Interesse waren. — Dasselbe gilt ebenfalls von der Kopenhagener Akademie, die, 1742 gestiftet, vom Jahre 1745 an ihre Denkschriften veröffentlichte. — Für unsere Wissenschaft sind dagegen die schwedischen Akademien von Upsala und Stockholm viel wichtiger, weil dieselben Chemiker aufzuweisen hatten, die eine kleine Besprechung verdienen.

Die königl. Akademie der Wissenschaften zu Upsala wurde 1728 gegründet und gab ihre Schriften vom Jahre 1740 heraus. — Die Stockholmer Gesellschaft konstituierte sich durch verschiedene Gelehrten, darunter auch Linné; von dem Jahre 1739 veröffentlichte sie ihre Arbeiten, ihre Bestätigung jedoch erhielt sie erst 1741 vom Könige.

Von 1770 an enthalten die wissenschaftlichen Abhandlungen der schwedischen Akademien viel wertvolles über die Fortschritte der Chemie; an den bedeutendsten und wichtigsten Arbeiten hatten hauptsächlich zwei Chemiker den hervorragendsten Anteil, es sind dieses Bergmann und Scheele. Beide waren ebenfalls Phlogistiker, lebten zu derselben Zeit, wie die eben besprochenen englischen Chemiker, hatten aber durch ihre glänzenden Entdeckungen und gediegenen Beobachtungen das bisherige System derart erschüttert, daß die Beseitigung desselben unvermeidlich geworden war.

Torbern Bergmann wurde 1735 zu Katharinaberg (Westgothland) geboren; in seinem 17. Jahre bezog er, nach Absolvierung des Gymnasiums zu Skara, die Universität in Upsala, um dort nach dem Willen der Eltern Theologie oder Jurisprudenz zu studieren. Bergmann hatte aber eine größere Neigung zu der Mathematik und den Naturwissenschaften, sodaß er die letzteren zu seinen Lieblingsfächern erwählte und dieselben nebenbei fleißig studierte. Infolge anstrengenden Arbeitens war seine Gesundheit derartig erschüttert, daß er sein Universitätsstudium einige Zeit lang unterbrechen mußte. Nach Wiedergenesung durfte er sich nun ganz seiner Lieblingsbeschäftigung widmen; in der Mathematik verfolgte er die Hauptrichtung, dabei aber fehlte ihm das große Interesse zu den Naturwissenschaften, insbesondere der Chemie, in welcher er später so groß wurde, ferner der Physik und Botanik nicht. — Natürlich wurde durch die Nähe Linnés auch das Interesse an der Naturgeschichte geweckt. 1761 wurde Bergmann zum adjungierten Professor der Mathematik ernannt, in welcher Stellung er 6 Jahre verblieb. Als die Professur für Chemie erledigt wurde, trat Bergmann auch unter die Kandidaten; obgleich er bis dahin noch keine chemische Arbeit veröffentlicht hatte und eine allgemeine Opposition gegen ihn auftrat, hatte man doch Vertrauen zu



Torbern Bergmann.
(Kgl. Kupferstich-Sammlung, Berlin.)

ihm und übertrug ihm die Vakanz. Von nun an war er bestrebt, seine Dienste nur unserer Wissenschaft nutzbar zu machen; es währte denn auch nicht sehr lange, bis er unter den Chemikern sich eines guten Rufes erfreute; ja, sein Ruhm steigerte sich derartig, daß Friedrich II. ihn im Jahre 1776 nach Berlin für die dortige Akademie gewinnen wollte. Bergmann lehnte das ehrenvolle Anerbieten ab, da er nur in seinem Vaterlande wirken wollte. Er fand auch darin eine Genugtuung, daß er Männer, wie Gahn, Gadolin, Elhuparts, die später in der Chemie Hervorragendes geleistet haben, hat ausbilden können. Leider war seine Gesundheit derartig untergraben, daß er in den Bädern zu Medewi am Wettersee Erholung suchen mußte. Vom Jahre 1769 an kränkelte er, und von 1780 steigerte sich sein Unwohlsein derartig, daß schon im 49. Jahre der Tod seinem überaus tatkräftigen Schaffen ein jähes Ende bereitete.

Seine hauptsächlichsten Verdienste erstrecken sich auf das Gebiet der Analyse, die er durch wichtige Methoden bereicherte und systematisch behandelte. Ferner legte Bergmann den Grund zu einer chemischen Geologie oder mineralogischen Chemie, indem er seine chemischen Erfahrungen zur Bestimmung und Klassifizierung der Mineralien nutzbar machte. Die Betrachtung über die bei Verbindungen und Zersetzung sich äußernde chemische Verwandtschaft gewannen durch ihn an Bestimmtheit und Klarheit; naturgemäß wurde der wissenschaftliche Charakter der Chemie durch solche Arbeiten erheblich gesteigert und der Überblick über chemische Verbindungen wesentlich erleichtert. Auf seine analytischen Arbeiten werden wir später zurückkommen.

Bezüglich der literarischen Arbeiten Bergmanns ist zu bemerken, daß sie in den Denkschriften der Akademien zu Stockholm und Upsala von 1756 bis 1783 erschienen sind, ferner als Gelegenheitsschriften, wie z. B. seine „Dissertatio de analysi aquarum“ 1778, „Dissertatio de mineralium docimasia humida“ 1780. —

Wir kommen nunmehr zu dem letzten Chemiker, namens Scheele, den wir in dieser Epoche zu behandeln haben. In engster Verbindung mit Bergmann stehend, ist er ein Entdecker, dessen Ruhm unabhängig von jedem Wechsel der Theorie ist und welchem für immer eine ausgezeichnete Stelle unter den bedeutendsten Koryphäen der Chemie gesichert bleibt.

Carl Wilhelm Scheele wurde als Sohn eines Kaufmanns im Jahre 1742 zu Stralsund, wo er auch seine erste Erziehung genoß, geboren. Schon in der frühesten Jugend legte er außerordentliche Talente an den

Tag, besonders in der Pharmazie. Später trat er im Jahre 1757 in die Apotheke zu Gothenburg, wo er nach Vollbringung seiner Lehrzeit noch einige Jahre verblieb. Während seines dortigen Aufenthaltes legte er den Grund zur Scheidekunst; in seinen Mußestunden beschäftigte er sich sehr rege mit dem Studium der Wissenschaft, insbesondere benutzte er die Werke von Lemery, Kunkel, Stahl und Neumann. Durch fleißiges Experimentieren kam er zu den Forschungen, die ihm in späterer Zeit Ruhm verschafften. 1765 verließ Scheele Gothenburg und konditionierte bis zum Jahre 1773 in einigen Apotheken zu Malmö und Stockholm. Darauf kam er als Gehülfe nach Upsala, wo seine Genialität so recht zu Tage trat. Ein Zufall machte ihn mit Bergmann bekannt. Scheeles Prinzipal hatte bemerkt, daß Salpeter längere Zeit bei nicht zu starker Hitze im Schmelzen erhalten werden konnte, nach dem Erkalten neutral blieb und auf Zusatz von Essigsäure rote Dämpfe aufstiegen; weder er noch der berühmte Gahn, der seiner Zeit in Upsala studierte und über den Vorgang befragt wurde, wußten eine richtige Aufklärung über das Vorkommnis zu geben; ja Bergmann selbst, dem Gahn diese Mitteilung machte, wußte nicht genügend Rechenschaft über diese Erscheinung zu geben. Aber Scheele konnte sich die Sache folgendermaßen erklären: ihm war nämlich bekannt, daß außer der Salpetersäure noch eine andere, ihr verwandte, jetzt als untersalpetrige Säure bezeichnet, existiert; daß das salpetersaure Kali sich durch Erhitzen zuerst in untersalpetrigsaures verwandelt, dessen Säure zu der Basis eine nur schwache Verwandtschaft hat und unter Bildung roter Dämpfe von Essig ausgetrieben wird. Es ist dies wohl ein deutlicher Beweis, mit welch ungewöhnlichen Kenntnissen unser Forscher schon damals ausgestattet war. Scheele verweilte bis zum Jahre 1775 in Upsala, von wo aus er nach der Stadt Köping übersiedelte, um dort eine Apotheke zu verwalten. Er lebte hier sehr zurückgezogen nur seinem Berufe und dem Studium der Chemie; im Auslande mehr berühmt als in seiner nächsten Umgebung, endete sein tätiges, erfolgreiches Leben schon 1786, als er kaum das 43. Jahr zurückgelegt hatte.

Nicht nur als Forscher und Entdecker, sondern auch als edler, anspruchsloser Mensch erregt Scheele unsere höchste Bewunderung; sein einziges Streben ging nur darauf hinaus, „die Wahrheit zu erforschen“. Dieses tritt uns aus dem Inhalt eines seiner Briefe mit Wärme entgegen, wenn er schreibt: „Es ist ja nur die Wahrheit, die wir wissen wollen, und welche Freude bereitet es nicht, sie erforscht zu haben“. Hierin kennzeichnet er seine Bestrebungen, ja noch mehr, es leuchtet uns hieraus

Jean Theoph. Gahn.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

seine hohe wissenschaftliche Auffassung, sein echt philosophischer Geist, seine einfache Denkweise im schönsten Glanze des Lichtes. Scheele gehört jedenfalls zu den hervorragendsten Chemikern aller Zeiten, und wenn er auch Anhänger des phlogistischen Systems war, so ändert dieses nichts an seinem Ruhme. Umsomehr müssen wir seine überaus großen Verdienste anerkennen, als er stets in sehr ungünstigen Verhältnissen lebte, und trotz der kurzen Lebensdauer hat er der von ihm gepflegten Wissenschaft eine Fülle neuer Beobachtungen und Entdeckungen zugeführt, die noch den folgenden Generationen zu einem Born von experimentellen Arbeiten und theoretischen Erörterungen geworden sind. Wir wollen nunmehr in großen Zügen seiner hervorragenden Leistungen gedenken, die wir im einzelnen zu besprechen noch später Gelegenheit haben werden. — Wie schon erwähnt, besaß Scheele eine geradezu wunderbare Gabe scharf zu beobachten; den besten Beweis dafür liefert seine Arbeit über den Braunstein „de magnesia nigra", welcher schon von manchem Chemiker untersucht worden war, ohne daß er dabei über die Natur desselben ins Klare gekommen wäre. Ferner gehören hierher seine Entdeckungen von vier neuen Substanzen: dem Sauerstoff, dem Chlor, dem Mangan und der Baryterde, von denen namentlich die zwei ersteren von größter Tragweite für die weitere Entwicklung unserer Wissenschaft sind. Wir sehen in der Art und Weise, wie Scheele den Sauerstoff und andere bis dahin noch unbekannte Gase isolierte und kennzeichnete, in ihm einen vorzüglichen Experimentator. Ferner lehrte er ganz neue Methoden in der Analyse und erschloß der anorganischen Chemie viele neue Gebiete. Hierher gehören z. B. die Erkennung der verschiedenen Oxydationsstufen der Metalle, wie Eisen, Kupfer, Quecksilber, trotzdem er die Hypothese des Phlogistons bei der Deutung ihrer Zusammensetzung festhielt.

Aber auch das Gebiet der organischen Chemie, welches s. Z. noch sehr arm ausgestattet war, hatte Scheele mit mancher neuen Errungenschaft bereichert, wenn wir uns an die große Zahl Säuren, die damals noch unbekannt waren, sowie an andere organische Stoffe, die er darzustellen verstand, erinnern. Somit war Scheele auf allen Gebieten als Bahnbrecher tätig, und werden wir im Laufe der speziellen Geschichte auf viele seiner Leistungen noch zu sprechen kommen.

Seine Untersuchungen erschienen in rascher Folge in den Schriften der Stockholmer Akademie, die ihn, den „studiosus pharmaciae", als Mitglied aufgenommen hatte. Seine Versuche über Luft, Sauerstoff, Atmung hat er in seinem 1777 erschienenen Werke: „Chemische Abhandlung von

der Luft und dem Feuer“ niedergelegt. Nach seinem Tode hat Hermbstädt seine ganzen Arbeiten in deutscher Sprache herausgegeben unter dem Titel: „Sämtliche physische und chemische Werke“ (Berlin 1793).

Wir treten nunmehr zu der Betrachtung der speziellen Geschichte des phlogistischen Zeitalters über und beginnen zunächst mit der pneumatischen Chemie, um den Zustand der phlogistischen Lehre im 17. und 18. Jahrhundert, also unmittelbar vor ihrem Zusammenbruche richtig erkennen zu können, denn die Beschäftigung mit den Gasen, hauptsächlich die Erkenntnis ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens, hat schließlich doch zur richtigen Erklärung der Verbrennungserscheinungen geführt.

Spezielle Geschichte des phlogistischen Zeitalters.

Die pneumatische Chemie und ihre Beziehungen zur Phlogistontheorie.

Im allgemeinen haben wir schon die Verdienste der Männer, welche durch ihre Arbeiten die Chemie der Gase am kräftigsten gefördert haben, hervorgehoben; es tritt an uns nur noch die Aufgabe heran, wichtige Einzelbeobachtungen dieser und anderer Chemiker zu besprechen. Wenngleich die Versuche Boyles und van Helmonts, Gase aufzufangen und sie zu handhaben, einen großen Fortschritt unserer Wissenschaft bedeuten, so waren sie sich gleich ihren Zeitgenossen noch nicht darüber klar, ob die Kohlensäure und der Wasserstoff, deren charakteristische Eigenschaften er wohl kannte, wesentlich verschieden von Luft seien. Diese Unsicherheit haftete auch den Untersuchungen von späteren Forschern, wie z. B. Hales an; die Chemiker hatten nämlich die irrige Ansicht, daß die Gase gewöhnliche Luft mit verschiedenen Beimengungen seien, und hier gebührt Black das Verdienst, daß er für die Kohlensäure die bestimmte Verschiedenheit des Gases zu der Luft ermittelte, indem er die „Fixierung“ des Gases mit ätzenden Alkalien zeigte. — Die völlige Beseitigung erlosch aber in demselben Momente, als Cavendish den Wasserstoff als eigenartiges Gemenge erkannte. Ferner sei hier noch darauf hingewiesen, daß Scheele schon um das Jahr 1700 eine Menge Gase entdeckt und dieselben als eigentümliche Körper bezeichnet hat, und daß Bergmann 1774 diese Arbeiten durch seine vorzüglichen Untersuchungen

der Kohlensäure ergänzte. Die Methode, Gase aufzufangen, wurde dadurch erheblich verbessert, daß durch Hales und Moitrel die Trennung des Entwicklungsgefäßes von dem Rezipienten bewerkstelligt war. Aus diesen Apparaten haben sich diejenigen, wie sie Black, Priestley, Scheele gebrauchten und wie man sie heute benutzt, entwickelt. Wir haben schon in der allgemeinen Geschichte erfahren, daß Priestley die Dämpfe resp. Gase mittels Quecksilber abschloß, und gerade durch diesen Kunstgriff gelang ihm die Auffindung mancher Gase, wie des Ammoniak, Chlorwasserstoff, Fluorsilicium und der schwefligen Säure. Scheele hatte schon einige von diesen und andere, wie z. B. Stickoxyd, Schwefelwasserstoff 1770 isoliert, aber erst später veröffentlicht.

Die Entdeckung so vieler gasartiger Körper erregte natürlich in der chemischen Welt großes Aufsehen, und es beteiligten sich denn auch viele Chemiker daran, die Natur der einzelnen Gase zu studieren. Cavendish hat wohl zuerst die genauere Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Luft usw. aufgestellt. Auch die größere oder geringere Absorption von Gasen durch Wasser fand gebührende Beachtung, z. B. ermittelte Bergmann ziemlich genau die Löslichkeit der Kohlensäure im Wasser. — Aber die wahre Zusammensetzung der gasigen Körper blieb in diesem Zeitalter unaufgeklärt, bis schließlich Lavoisier die elementare Natur des Wasser- und des Sauerstoffes ausgesprochen hatte. Man braucht sich ja auch nicht zu wundern, es konnte ja nicht anders sein, so lange man nach der phlogistischen Betrachtungsweise in den meisten Gasen Phlogiston angenommen hatte. —

Bedeutender als all diese schwankenden Meinungen war die schon längere Zeit von den Chemikern aufgeworfene und behandelte Frage: Ist die atmosphärische Luft ein einfacher und zusammengesetzter Körper, und welches sind ihre Bestand- bezw. Gemengteile? Diese Fragen sind zwar in experimenteller Weise von Scheele und Priestley beantwortet worden, aber die richtige Erklärung der grundlegenden Betrachtung hat Lavosier erst aufgestellt: Wir wollen hieran anknüpfend, die wichtigsten von jenen zu Tage geförderten Tatsachen, welche auf die Zusammensetzung der Luft Bezug haben, anführen.

Boyle war durch seine Untersuchungen zu der Annahme gekommen, daß ein Teil der Luft zum Atmen oder Verbrennen, sowie zum Verkalken der Metalle unbedingt notwendig sei. Diesen Gemengteil zu isolieren, gelang ihm nicht, ebensowenig Mayow, der mit seiner Annahme eines die Verbrennung oder Verkalkung usw. bewirkenden „spiritus-ignoaëreus“ der richtigen Erklärung ziemlich nahe kam. Nachdem aber die Darstellung

des Sauer- und des Stickstoffes, etwa 100 Jahre später, klargelegt wurde, war zugleich auch diese Frage gelöst.

Scheele hat zuerst den Stickstoff isoliert, wenn auch Rutherford 1772, der das Gas nach Absorption der durch Verbrennung oder Atmung in abgeschlossener Luft gebildeten Kohlensäure darstellte, mit der Veröffentlichung zuvorkam. Als Folgerung aus diesen Arbeiten ergab sich, daß dieses Gas, welches das Leben der Pflanzen nicht zu unterhalten vermag, ein Gemengteil der atmosphärischen Luft sei. Den anderen Bestandteil hatten ja die beiden Gelehrten Scheele und Priestley, unabhängig von einander, beschrieben und isoliert. Wie sich aus den veröffentlichten Aufzeichnungen ergibt, hatte Scheele schon während seines Aufenthaltes in Upsala (1771 bis 1773) den Sauerstoff durch Erhitzen von Braunstein und Schwefel- oder Arsensäure aus salpetersauren Salzen, Quecksilber und Silberoxyd bereitet. Priestley, der dieses Gas zu derselben Zeit erkannte, isolierte dasselbe am 1. August 1774 durch Erhitzen von Quecksilberoxyd. Daß letzterer stets als Entdecker des Sauerstoffs bezeichnet wird, kommt daher, daß derselbe die gemachte Beobachtung früher veröffentlichte, als Scheele. — Nach all den vorliegenden Berichten hat sich jedoch herausgestellt, daß es umgekehrt der Fall ist und Scheele als der Entdecker des Sauerstoffgases mit Fug und Recht bezeichnet werden kann. Auf jeden Fall haben beide Gelehrte, Priestley sowohl als Scheele gewußt, daß der Sauerstoff das Atmen und Verbrennen in steigendem Maße unterhält. Priestley nannte das Gas dephlogistisierte Luft; Scheele bezeichnete es als „aër vitriolicus“, später Feuer- und Lebensluft.

Beide Forscher machten nun auch Versuche, den Sauerstoff in der atmosphärischen Luft zu absorbieren, wobei Scheele wieder viel praktischer zu Werke ging als Priestley. Ersterer verwendete zu dieser Ausführung: Phosphor, Eisenhydroxydul, Gemische von Eisen und Schwefel, feuchte Eisenspäne; letzterer dagegen Salpeterluft, „Stickoxyd“. Scheele führt in seiner Abhandlung: „Von der Luft und dem Feuer“ als Überschrift mit einer Reihe von Versuchen den Satz an: „Die Luft muß aus elastischen Flüssigkeiten von zweierlei Art zusammengesetzt sein.“ Hervorgehoben möge noch sein, daß beide Chemiker die wichtige Beobachtung machten, daß ein Licht im geschlossenen Raume ebensoviel fixe Luft (Kohlensäure) erzeugt, als dasselbe Sauerstoff verbraucht. Ja, durch dieses Ergebnis hätte Priestley und Scheele zu der Erkenntnis kommen müssen, daß die bisherige Annahme unhaltbar sei, allein, nur um der phlogistischen Lehre treu zu bleiben, versuchten sie die klarsten Gegenbeweise einfach zu ignorieren, bis es Lavoisier alsdann gelang,

auf Grund der experimentellen Arbeiten Scheeles und Priestleys, das alte System mit großer Leichtigkeit völlig zu stürzen. — Wenn wir auch Lavoisier als den Begründer der neuen Richtung ansehen, so dürfen wir doch nicht vergessen, daß die beiden Männer Scheele und Priestley durch ihre geistesgewaltigen Forschungen den hervorragendsten Anteil an dem Aufbau des neuen Problems haben.

Nunmehr waren die Tage der phlogistischen Epoche gezählt; es gab jedoch immer noch Chemiker, die sich von der alten Lehre nicht trennen wollten. Als aber nach der Entdeckung des Sauerstoffs bewiesen werden konnte, daß, entgegen der bisherigen Meinung, bei der Verbrennung bezw. Verkalkung der Metalle Phlogiston entweiche, im Gegenteil die Produkte stets schwerer wurden, da entstand eine gewisse Verlegenheit unter den noch lebenden Phlogistikern. Wir wollen aber an dieser Stelle nicht vergessen zu bemerken, daß die frühesten Versuche über die Verkalkung von Metallen von J. Rey, Hooke, Mayow und Boyle im 17. Jahrhundert angestellt wurden und Rey, sowie Mayow einer richtigen Erklärung ihrer Versuche ziemlich nahe kamen. Und wenn man sich in all diese Arbeiten so recht hineindenkt, um so mehr drängt sich die Frage auf: „Wie ist es nur möglich gewesen, daß die Leute in ihrer irrigen Meinung so lange verharren konnten?“ Wenn selbst der scharfsinnige Boyle sich mit der falschen Annahme half, die wägbare Feuermaterie habe die Gewichtszunahme bewirkt, so kann man sich über die anderen Chemiker, die sich um die Widersprüche einfach nicht kümmerten, nicht mehr wundern. Schon Boerhave erwies die Hinfälligkeit einer solchen Annahme dadurch, daß er die Gleichheit des Gewichts von Metallen, z. B. Silber, bei gewöhnlicher Temperatur und im glühenden Zustande feststellte. Deshalb sprach er die Vermutung aus, die Gewichtszunahme bei der Verkalkung beruhe auf Zutritt „salziger Teilchen“ aus der Luft zu den Metallen. Becher und Stahl hatten ein Mittel, welches die nach ihnen lebenden Phlogistiker immer wieder hervorholten, sie meinten echt philosophisch, daß Luft bei den Prozessen der Verkalkung und ähnlichen notwendig sei; dieses begründete man einfach damit, daß Luft zugegen sein müsse, um das entweichende Phlogiston aufzunehmen. Somit kam es denn auch, daß sie für die Folge auf derartige Fragen gar nicht weiter reagierten, ja, sie kamen auch noch zu den unglücklichsten Folgerungen, wie z. B. Juncker, ein Schüler Stahls, der darauf hinwies, daß die Metallkalke dichter wären als die Metalle und deshalb schwerer; eine arge Verwechslung des absoluten mit dem spezifischen Gewicht, auch eine falsche Angabe, da die Metallkalke spezifisch leichter sind, als die Metalle, was schon

Boyle in einigen Fällen erwiesen hatte. Selbst Guyton de Morveau sowie Macquer verfielen in den großen Irrtum, anzunehmen, daß das bei jenen Prozessen entweichende Phlogiston negative Schwere besitze, daher wäre das zurückbleibende Produkt schwerer. Trotzdem gab es doch noch Chemiker, bei denen die Beobachtung betr. Zunahme des Gewichts der Metalle bei der Verkalkung nicht bedeutungslos blieb; z. B. hob Tillet hervor, als er im Jahre 1762 der französischen Akademie über die Gewichtsvermehrung des Bleies berichtete, daß dafür eine zutreffende Erklärung noch fehlte.

In der Tat, Lavoisier ist es erst gelungen die richtige Erklärung für Gewichtsveränderungen zu geben und damit die Lehre von der Verbrennung und Verkalkung in richtige Bahnen zu lenken.

Entwicklung der theoretischen Ansichten über die Elemente und die chemischen Verbindungen im phlogistischen Zeitalter.

Boyle hat den wissenschaftlichen Begriff „Element" dadurch festgestellt, daß er solche Körper, die nicht in einfachere Körper zerlegt werden können, als Elemente bezeichnet, und es erwuchsen denn auch aus dieser gegebenen Erklärung Hilfsmittel, um die Frage, ob eine Substanz in diesem Sinne ein Element ist, zu entscheiden. — Die Grenze zwischen den Grundstoffen wurde zwar mehr und mehr verschoben, aber sicherer bestimmt. Übrigens wollen wir nicht unterlassen zu bemerken, daß schon Boyle der Ansicht war, daß die dem Chemiker erreichbaren Elemente noch nicht die letzten Urbestandteile seien. Trotz dieser klaren Voraussetzung gab es doch noch Phlogistiker, die in dieser Beziehung nicht nur auf alchemistische, sondern auch auf aristotelische Elemente zurückgingen. Willis, Lefèvre, Lemery gesellten zu den drei Grundstoffen des Basilius Valentinus und Paracelsus noch die Erde und das Wasser. Becher schloß sich ebenfalls den alchemistischen Elementen an, denen er auch das Wasser beifügte. Während noch Boyle sich der Annahme hinzuneigen schien, daß die Metalle zu den letzteren zu zählen seien, wurde seit Stahl bis zum Sturze der Phlogistontheorie die zusammengesetzte Natur nicht mehr bezweifelt; wie andererseits die Metallkalke und folgerichtig auch die analog entstandenen Verbindungen, z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Wasser als Elemente angesehen wurden, galten dagegen der Schwefel und Phosphor

als zusammengesetzte Körper. Das Phlogiston selbst betrachtete man dagegen als Element, und erst durch den erbrachten Nachweis, daß statt der Entweichung von Phlogiston die Aufnahme von Sauerstoff und statt der Assimilierung von jenem die Entziehung des Sauerstoffs gesetzt werden müsse, brachte Lavoisier die nötige Klärung in dieser Sache.

In Bezug auf chemische Verbindung hatten sich im letzten abgelaufenen Zeitalter Ansichten entwickelt, die jedenfalls auf einen Fortschritt dieser Lehre hindeuten; selbstverständlich ist die Auffassung, daß die später als einfach erkannten Körper (Metalle und einige Metalloide) Verbindungen ihrer Oxyde mit Phlogiston seien. Als bedeutender Förderer des Wesens der chemischen Verbindungen ist wohl Boyle anzusehen, weil gerade er durch die Klarheit seiner Anschauungen die Erkenntnis ihres Gegensatzes zu den einfachen Körpern erheblich gefördert hat. Mit Boyle hatten noch Mayow und Boerhave den Satz ausgesprochen, daß die charakteristischen Eigenschaften der chemischen vereinigenden Stoffe zwar verschwinden, daß aber dennoch die letzteren nicht abhanden kommen, sondern in den Verbindungen enthalten sind. Wie klar die genannten Forscher den Begriff „chemische Verbindung“ erfaßt hatten, ergibt sich aus dem Unterschiede, welchen sie zwischen einer solchen und einem Gemenge ihrer Komponenten zu machen verstanden.

Dem verflossenem Zeitalter haben wir auch die Analyse, die zum Erkennen der Zusammensetzung von Körpern diente, zu verdanken; sie blieb jedoch nur qualitativ, und somit konnten die Gewichtsverhältnisse der sich vereinigenden Stoffe nicht berücksichtigt werden. Dieses hat die kommende Epoche, welche wir das „Zeitalter der quantitativen Untersuchungen“ nennen, in der großartigsten Weise nachgeholt. Bei der mangelnden Kenntnis der quantitativen Zusammensetzung der Körper blieb es nicht aus, daß man auf Analogieschlüsse angewiesen war, wenn man überhaupt eine Übersicht über die bekannten Verbindungen gewinnen wollte.

Die bedeutendste Errungenschaft des phlogistischen Zeitalters war die Erkenntnis, daß die Salze durch Vereinigung von Säuren mit Basen erzeugt werden. Überhaupt waren die Ansichten über den Begriff „Salz“ noch lange unklar, selbst der große Chemiker Stahl wandte diese Bezeichnung ebenso für Säuren wie für Alkalien und für die eigentlichen Salze an. Dagegen hatten Boerhave, Geoffroy und Duhamel dem Begriffe Salz eine festere Gestalt gegeben, und daraufhin war es Rouelle 1745 ermöglicht, die Salze endgültig als Produkte der Vereinigung von Säuren und Basen zu definieren; er unterschied, wie auch schon früher be-

merkt, die neutralen Salze „sels neutres parfaits“ von den basischen und sauren; ebenfalls zählte er das ganz unlösliche Chlorsilber, sowie Quecksilberchlorür zu den Salzen. Wenn Rouelle für die Alkalisalze ganz richtige Ansichten aufstellte, so konnte er sich doch von der irrigen Annahme bezüglich des Vitriols und anderer Metallsalze, daß dieselben aus Metall und Säure beständen, nicht frei machen. Erst Bergmann erbrachte den Nachweis, daß nicht die Metalle, sondern die Metallkalke sich mit den Säuren zu Salzen verbinden. Interessant ist es jedenfalls, wenn man sich an die Zeit des Pseudo-Gebers erinnert; er war nämlich schon auf den richtigen Weg dieser Erkenntnis gelangt, wie die folgende Stelle seines „testamentum“ erkennen läßt: „Ex metallis fiunt sales post ipsorum calcinationem“.

Gehen wir zu den Ansichten über die chemische Verwandtschaft und deren Ursachen über. Bis in das vorige Jahrhundert hinein hat sich die alte Annahme, daß solche Körper miteinander verwandt seien, welche etwas Gemeinsames an sich haben, daß also das letztere gemäß dem Satze „similia similibus“ die Verwandtschaft bedinge, in spekulativen Köpfen erhalten. Das von Albertus Magnus für eine derartige Auffassung gebrauchte Wort „affinitas“ setzt also die Ähnlichkeit der in Wechselwirkung tretenden Stoffe voraus. Hiergegen sprach sich Boerhave sehr energisch aus, indem er behauptete, daß sich gerade die unähnlichen Körper gegenseitig am besten verbinden, und obgleich also jetzt das Gegenteil von dem, was früher gelehrt wurde, in Wirkung trat, hat man die Bezeichnung „Verwandtschaft“ doch beibehalten. Vorübergehend bezeichnete man Affinität auch mit anderen Ausdrücken, z. B. „rapport“ (Geoffroy), „attractio“ (Bergmann).

Den Vorgängen, bei denen sich Verwandtschaftskräfte äußern, schenkte man seit Glauber und hauptsächlich Boyle große Beachtung; Bergmann spricht von einer sogen. einfachen Wahlverwandtschaft, die er mit „attractio electiva simplex“ bezeichnete. Letzterer sowohl, als auch Mayow hatten die Vorgänge richtig erklärt, z. B. die Austreibung des Ammoniaks aus Salmiak durch fixes Kali mittels der Annahme, die Anziehung des letzteren zur Salzsäure sei größer, als die dieser Säure zum flüchtigen Laugensalz. Durch derartige Beobachtungen wurden die Chemiker angeregt, für analoge Stoffe die Reihenfolge festzustellen, in der die letzteren aus ihren Verbindungen durch andere abgeschieden wurden. Insbesondere mögen die Wahrnehmungen über Metallfällungen, über das Austreiben einiger Säuren aus Salzen durch Schwefel- und Salpetersäure, die die verschiedene Stärke der Verwandtschaft ähnlicher Körper klar gemacht haben, noch besonders erwähnt werden.

Die Verwandtschaftstafeln „tables des rapports“, welche Geoffroy 1718 in den Denkschriften der Pariser Akademie publiziert hat, entstanden durch zahllose Versuche über das Verhalten von Säuren und Basen zu Salzen.

Wir geben die Abbildung einer derartigen Tafel auf Seite 297 und sehen daraus, daß in derselben die Stoffe so angeordnet waren, daß ihre Verwandtschaft zu dem über der Tafel stehenden männlichen Körper stufenweise abnahm.

Diese Verwandtschaftstafeln blieben geraume Zeit in Ansehen, obgleich dieselben einer Abänderung schon bald bedurften. Man erkannte nämlich, daß bei manchen chemischen Versuchen, die unter gewöhnlicher Temperatur gemacht wurden, bei Einfluß der Wärme, die Reaktionen geradezu umgekehrt verliefen; hier sei wiederum an Stahl erinnert, der die Wechselwirkung von Calomel und Silber bei niedriger, von Chlorsilber und von Quecksilber bei erhöhter Temperatur vorgenommen hatte. Solche Umsetzungen regten zu dem Vorschlage an, Verwandtschaftstafeln für niedrige und höhere Wärmegrade, und zwar für die auf nassem und auf trockenem Wege (durch Schmelzen) sich vollziehenden Reaktionen aufzustellen. Den Vorschlag Baumés durch Prüfung des gegenseitigen Verhaltens einer sehr großen Zahl von Verbindungen zu verwirklichen, versuchte Bergmann im Jahre 1775, und er hatte in der Tat damit einen derartigen Erfolg, daß die Lehre von der chemischen Verwandtschaft erheblich gefördert wurde.

Die Affinität wurde nunmehr vielfach der Gegenstand weiteren Nachdenkens. Die klare Vorstellung Boyles, daß die kleinsten Teilchen, aus welchen nach ihm die Körper bestehen, sich anziehen, erwähnten wir bereits; der stärkere oder schwächere Grad der gegenseitigen Anziehung heterogener Stoffe hängt von der Gestalt und Lage jener kleinsten Teilchen ab. Diese Idee, welche seiner Korpuskulartheorie zu Grunde lag, führte er jedoch nicht weiter aus, wohl aus dem Grunde, weil er als besonnener Naturforscher einsah, über die Form der Atome nichts wissen zu können. Wenngleich sich auch Lemery, Buffon und Bergmann mit dieser Frage beschäftigten, so konnte dieselbe noch nicht gedeihlich entwickelt werden, weil man im phlogistischen Zeitalter die Gewichtsverhältnisse bei chemischen Vorgängen fast noch gar nicht beachtete. Überhaupt lag der Hauptgewinn der abgelaufenen Epoche auf der praktischen Seite, in dem stattlichen Beobachtungsmaterial, dessen volle Verwertung der neuen Ära vorbehalten war.

Die praktisch-chemischen Kenntnisse im phlogistischen Zeitalter.

In diesem Abschnitte haben wir uns die Aufgabe gestellt, den Entwicklungsgang der angewandten Chemie im abgelaufenen Zeitalter zu schildern. Wennschon die Frage nach den chemischen Verbindungen noch sehr arm darniederlag, so hat man doch in der letzten Epoche den Reaktionen, die den bestimmten Nachweis von Körpern ermöglichen, große Beachtung geschenkt. Dank den Bemühungen von Boyle, Hoffmann, Scheele, Marggraf und Bergmann hat die qualitative Analyse, die im iatrochemischen Zeitalter im ersten Stadium des Entstehens begriffen war, eine derartige Entwicklung erhalten, daß die darauf bezüglichen Beobachtungen von der antiphlogistischen Chemie als wertvolle Bereicherungen übernommen werden konnten.

Zunächst hat die Analyse auf nassem Wege durch Boyle eine erhebliche Erweiterung erfahren; er gebrauchte zuerst die Bezeichnung: „analysis“ für chemische Reaktionen, durch die sich einzelne Körper in Gemengen erkennen lassen. Boyle bediente sich zur Ausführung derartiger Operationen verschiedener Reagentien, welche er in großer Anzahl kannte; ja, von ihm stammt die methodische Anwendung der Pflanzensäfte, als Indikatoren entweder in Lösung oder auf Papier fixiert, ferner zur Erkennung von Säuren, Basen, sowie der neutralen Substanzen. Zu diesem Zwecke benutzte er die verschiedenen Färbungen des Saftes von Lackmus, Veilchen und Kornblumen. Aber auch andere Reagentien hat Boyle eingeführt; beispielsweise zum Nachweis der Schwefel- bezw. Salzsäure diente ihm die Lösung eines Kalk- resp. Silbersalzes, und umgekehrt schloß er auf diese Salze mit Hilfe jener Säuren. Ammoniak erkannte er an der Bildung der Nebel beim Zusammentreffen derselben mit Salz- oder Salpetersäure, Kupfersalze durch die blaue Lösung, welche sie mit überschüssigem flüchtigem Laugensalze geben, eisenhaltige Lösungen durch die schwarze Färbung mit gerbstoffhaltigen Tinkturen (Galläpfel, Eichenlaub usw.). Hierbei wollen wir nicht unterlassen darauf hinzuweisen, daß Boyle die Anweisung gab, aus Galläpfeln und Eisenvitriol die schwarze Eisentinte zu bereiten.

Marggraf war ebenso erfolgreich auf diesem Gebiete tätig und hatte die schon bekannten Reagentien durch neu entdeckte vervollständigt; zum Nachweise des Eisens benutzte er z. B. die Lösung des Blutlaugensalzes, ferner die verschiedene Färbung, welche Kalium und Natriumsalze der

Flamme erteilen; übrigens hatte auch Scheele, unabhängig von Marggraf, dieselben Beobachtungen gemacht. Aus dem Verhalten der Salze zu Ätzkali schloß Marggraf auf ihre Zusammensetzung, z. B. wies er nach, daß Gips aus Schwefelsäure und Kalk bestehe, und daß im Schwerspath Schwefelsäure enthalten sei.

Wir haben schon in der allgemeinen Geschichte des phlogistischen Zeitalters darauf hingewiesen, daß Scheele Hervorragendes in der Auffindung von neuen Körpern geleistet hat. Schade ist es, daß er seine umfassenden Kenntnisse nicht systematisch verwertete, wie dieses durch Bergmann geschah, welch letzterer denn auch die Lehre der Reagentien und somit die qualitative Analyse fest begründet hat. Die von ihm angewandten Reaktionen zum Nachweis des Baryts, Kalks, Kupfers, Schwefelwasserstoffes, der Schwefeloxal- und der arsenigen Säure, der Kohlensäure u. a. sind die heute noch üblichen. Auch auf die Benutzung der fixen Alkalien zum Niederschlagen der Lösungen von Metallen und Erden und auf viele andere Reagentien, sowie auf Mittel zur Trennung von Niederschlägen und Salzen, hat Bergmann aufmerksam gemacht.

Auch die qualitative Analyse auf trockenem Wege hat im 18. Jahrhundert große Fortschritte aufzuweisen und zwar durch die zunehmende Verbreitung und Verwendung des Lötrohres, welches von Gahn, Cronstedt und Bergmann in die Chemie eingeführt wurde. Engeström hat zuerst eine Anleitung zum Gebrauche des Lötrohres gegeben. Jedoch wurde dieses Instrument erst durch Berzelius zum allgemeinen Gebrauch eingeführt.

In der pneumatischen Chemie war das Bedürfnis rege geworden, durch Reagentien verschiedene Gase nebeneinander zu erkennen und sie auch dem Volumen nach, also quantitativ zu bestimmen. Zu diesem Zwecke bediente man sich einzelner Absorptionsmittel, durch deren Wirkung zuerst die Verschiedenheit der Gase bemerkt wurde; für Kohlensäure erkannte man in dem Ätzkali, für den Sauerstoff im Salpetergas (Stickoxyd) oder im Eisenoxydulhydrat, resp. feuchten Schwefeleisen, sowie Phosphor die geeigneten Agentien, um diese Gase zu beseitigen und ihr Volumen zu messen.

Cavendish erzielte eine sehr genaue Bestimmung des Sauerstoffs in der Luft (1783), und zwar auf Grund der von Volta vorgeschlagenen Methode, dies Gas durch Verpuffung mit Wasserstoff zu ermitteln; er fand den Gehalt von Sauerstoff in der Atmosphäre durchschnittlich auf 20,85 Proz. angegeben, das jetzt festgestellte Mittel beträgt 20,9 Proz., während Priestley und Scheele, infolge ihrer sehr unvollkommenen

Methoden, den Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre zwischen 18 und 27 Proz. angaben.

Auf jeden Fall standen auch auf diesem Gebiete der neuen Epoche viele Vorarbeiten zu Gebote, die vorzugsweise in der quantitativen Richtung vervollständigt und vertieft werden mußten.

Die technische Chemie im phlogistischen Zeitalter.

Boyle, Kunkel, Marggraf, Macquer und Duhamel waren bemüht, die wissenschaftlichen Erfahrungen bezüglich chemischer Vorgänge einzelnen Industriezweigen nutzbar zu machen, und diese Bestrebungen waren mit einem derartigen Erfolge gekrönt, daß die chemische Technik im verflossenen Zeitalter schon ganz erhebliche Fortschritte gemacht hatte, zumal da um die Hälfte des 18. Jahrhunderts der Unterschied zwischen der angewandten und der allgemeinen Chemie erkannt und scharf erfaßt wurde. Durch die zahlreichen Lehrbücher, die für die einzelnen Fabrikationsverfahren existierten, wurde ein Zusammengehen von Theorie und Praxis angestrebt. Ebenfalls stellte man die Analyse in die Dienste der technischen Chemie; schon im Jahre 1686 erkannte König Karl XI. von Schweden den Wert derartiger Untersuchungen und veranlaßte die Einrichtung eines technischen Laboratoriums, in welchem allerhand Naturprodukte, wie Erze, Mineralien, Bodensorten usw. untersucht wurden; gleichzeitig wurden aber auch Versuche angestellt, etwaige chemische Produkte nutzbar zu machen und verschiedene Erfahrungen für das tägliche Leben zu verwerten.

In Bezug auf die Mineralogie ist sehr wenig Veränderung eingetreten; Marggraf lehrte z. B. die leichtere Gewinnung des Zinks aus Galmei in geschlossenen Räumen bei möglichstem Abschluß der Luft und machte hierdurch das nützliche Metall der Industrie zugänglicher, Duhamel verbesserte die Herstellung des Messings, Réaumur die des Stahls und Gußeisens. Ferner erfuhren durch Boyle und Kunkel die Gewinnung einzelner Metalle und ihre Bearbeitung, z. B. das Gravieren, Verzinnen und Vergolden des Eisens, mancherlei Verbesserungen.

Wie wir schon bemerkten, fällt die Entdeckung des Porzellans ebenfalls in das phlogistische Zeitalter; daß hierdurch die Keramik ein neues fruchtbares Feld gewann, bedarf wohl keiner Frage. Obwohl die Fabrikation des Porzellans in Meißen im Großen betrieben wurde, blieb das Verfahren doch ein Geheimnis, bis durch die angestellten Untersuchungen Réaumurs

und Macquers in Frankreich (Sèvres) die Frage der Porzellangewinnung 1769 erfolgreich gelöst wurde. Kunkel und Boyle traten durch Angabe über Herstellung von Rubinglas und Glasmalerei rühmlichst hervor und haben somit der Glasbereitung nicht zu unterschätzende Neuerungen zugeführt.

Wir kommen jetzt zu einem neuen Industriezweige, der Färberei. Diese Kunst wurde durch hervorragende Chemiker sehr bereichert. Wir erwähnen z. B. von den neuen Farbstoffen besonders das „Berliner Blau", welches zufällig von dem Färber Diesbach 1710 entdeckt wurde, ferner verschiedene Malfarben, z. B. Musivgold und Scheeles Grün, die durch chemische Arbeiten dem Gewerbe zugänglich gemacht wurden. Aber nicht nur durch praktische Anweisung, färbende Materialien zu gewinnen und anzuwenden, sondern auch durch Spekulation über die Art, wie die Färbeprozesse zustande kommen, suchten hauptsächlich Stahl, Hellot und Macquer den Praktikern zu nützen. Z. B. unterschied letzterer zwei Arten von Farbstoffen, und zwar je nach ihrer Fixierbarkeit auf Geweben mit oder ohne Beizen. Diese verschiedenartigen Färbungen nannte Bancroft (1794) adjektive und substantive. Zuletzt sei noch hier mitgeteilt, daß Scheele es war, der die Bildung des als weiße Farbe geschätzten Bleiweiß zuerst in richtiger Weise erklärte.

Im phlogistischen Zeitalter wurde eine wichtige Vorstufe für die heutige chemische Industrie, nämlich die genauere Kenntnis der technisch verwertbaren Präparate, erworben. Damals richtete sich die Aufmerksamkeit der Chemiker mit Vorliebe darauf, ob dieser oder jener Körper technisch nutzbar sei. Vor allem kommt hier die Säureindustrie in Betracht, wenngleich dieselbe im 18. Jahrhundert auch noch in den Kinderschuhen steckte. Es wurden größere Brennereien errichtet, in welchen die Salpetersäure aus Salpeter nach dem Stahlschen Verfahren fabriziert wurde. Rouelle machte ein Verfahren bekannt, in dem man Salpetersäure durch Destillation mit Vitriolöl verstärken konnte. — Die Schwefelsäure wurde zuerst in England gegen Mitte des 18. Jahrhunderts (von Word in Richmond) durch Verbrennen von Schwefel unter Zusatz von Salpeter in großen Mengen gewonnen. Der Prozeß, welcher anfangs in Glasballons vorgenommen wurde, erfolgte nunmehr in Bleikammern (zuerst in Birmingham), welche den heutigen Schwefelsäurefabriken unentbehrlich sind; der kontinuierliche Betrieb dagegen ist erst eine Errungenschaft des 19. Jahrhunderts. Die Fabrikation von rauchender Schwefelsäure wurde zuerst in Nordhausen betrieben und später nach Böhmen verlegt. — Wenn auch die Zeit für die technische

Verwertung von Salzsäure und daraus erzeugtem Chlor noch nicht gekommen war, so hatte aber die jener entsprechenden Flußsäure zum Ätzen von Glas schon im 17. Jahrhundert durch den Nürnberger Schwanhardt Nutzanwendung gefunden.

Was die Alkalien betrifft, so wurden dieselben seit den ältesten Zeiten aus Pflanzenaschen, verkohltem Weinstein, sowie Bodenauswitterungen gewonnen, um der Seifenfabrikation, Glasbereitung usw. zu dienen. Wenn sich auch der große Umschwung in der chemischen Industrie erst im kommenden Zeitalter einstellte, so ist doch hervorzuheben, daß schon in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts höchst bemerkenswerte Beobachtungen gemacht wurden, die die Möglichkeit zeigten, das Steinsalz zuerst in schwefelsaures Natron und dieses in Soda umzuwandeln.

Hervorzuheben sei die Beobachtung Scheeles um 1770, daß Soda sich durch Behandeln von Salzlösung mit Bleioxyd und des Filtrates mit Kohlensäure darstellen läßt, ein Verfahren, das später (1787) von Turner patentiert wurde. Man braucht sich gar nicht zu wundern, daß dem Forscher Leblanc, dem genialen Begründer der Sodaindustrie, all diese Kenntnisse, wie er selbst zugibt, von großem Nutzen gewesen sind. Duhamel de Monceau lehrte das Überführen des Kochsalzes in Soda, ferner gab er mancherlei wertvolle Anleitungen zur Darstellung verschiedener technischer Produkte, wie z. B. Salmiak, Stärkemehl, Seife, durch welche er sich sehr verdient gemacht hat.

Ganz bedeutend war die Erweiterung der Kenntnisse von Elementen und chemischen Verbindungen; sie hatten zwar damals keinen besonderen technischen Wert, doch halten wir es für angezeigt, auch hierin einen kleinen Rückblick anzuführen. Zunächst wollen wir die neu hinzugekommenen Elemente, die zwar seiner Zeit noch nicht zu ihnen gerechnet wurden, kurz registrieren: den Phosphor, das Chlor, das Mangan (Gahn, 1774), den Kobalt (Brandt, 1742), das Nickel (Cronstedt, 1750), das Platin (Watson, 1750).

Die Entdeckung des Phosphors hatte die ganze Welt in größtes Staunen gesetzt, ja, die Chemiker Deutschlands, Frankreichs, Englands lebten in einer fieberhaften Spannung. Dem Hamburger Alchemisten Brand war es im Jahre 1669 gelungen, durch Destillation von eingedampftem Harn den Phosphor zu gewinnen, welcher den gleichen Namen erhielt wie die schon früher bekannten Leuchtsteine. Die beiden Chemiker Boyle und Kunkel bemühten sich eine Aufklärung über diesen Körper zu geben, was ihnen auch gelang, und somit trugen sie viel zur besseren Kenntnis des Phosphors bei.

Boyle entdeckte auch die Phosphorsäure, deren Natur durch eine treffliche Arbeit Marggrafs aufgeklärt wurde. Letzterer machte darauf aufmerksam, daß dieselbe durch Verbrennen von Phosphor entsteht; er klärte ebenfalls die Bildung des Phosphors aus Urin auf. Scheele und Gahn haben erst die Phosphorsäure als Bestandteil der Knochen nachgewiesen. Cavendish lehrte die Zusammensetzung der Salpetersäure durch ihre Synthese aus Stickstoff und Sauerstoff. Scheele verdankt man die Entdeckung und genaue Untersuchung der salpetrigen Säure „Flüchtige Salpetersäure“ (1768).

Die Kenntnisse wurden durch die immer mehr sich anhäufenden Untersuchungen von Produkten der Verkalkung von Metallen und Halbmetallen bedeutend gefördert; es sei nur daran erinnert, daß z. B. der weiße Arsenik als Kalk des regulinischen Arsens erkannt und durch Oxydation des ersteren von Scheele (1775) die Arsensäure erhalten wurde; ferner entdeckte derselbe Chemiker die Molybdän- und Wolframsäure.

Marggraf war es gelungen, durch die Erkenntnis, daß ein Salz aus Säure und Base besteht, die analoge Zusammensetzung des schwefelsauren Kalis mit dem so unähnlichen Gips und Schwerspath festzustellen. Ferner wollen wir noch einige hervorragende Arbeiten, die der Blütezeit der phlogistischen Theorie angehören und dem kommenden Zeitalter überaus nützlich wurden, hier kurz registrieren: Die bestimmte Unterscheidung der Alaunerde von der Kalkerde, die der letzteren von der Magnesia (Hoffmann und Black), die des Kali von Natron (Duhamel, Scheele); ferner wurde ein große Anzahl Salze bekannt, wie Mangan- und Wismutsalze (z. B. das als Schminkweiß beliebte basisch salpetersaure Wismut), Kobalt, Nickel und Platinverbindungen. Nicht zu vergessen ist, daß die qualitative Zusammensetzung vieler Salze, deren Natur früher gänzlich verkannt war, richtig gedeutet wurde, z. B. die des Alauns, Borax, Galmeis und anderer Verbindungen.

Die Kenntnisse der organischen Verbindungen hatte ebenfalls namhafte Fortschritte aufzuweisen, besonders durch Scheeles Arbeiten, der neue Methoden zur Auffindung und Isolierung organischer Säuren ausarbeitete. Man lernte z. B. den Weingeist und die aus ihm hervorgehenden Ätherarten, sowie den Äther selbst im phlogistischen Zeitalter rein darstellen. Speziell wandte man den Alkohol in der Analyse zur Trennung von Salzen an und versuchte auch aus dem spezifischen Gewichte seiner wässerigen Lösungen den Gehalt an Alkohol abzuleiten. Die Anfänge der Alkoholometrie finden sich bei Réaumur (1733) und bei Brisson (1768). — Der Äther („spiritus vini vitriolatus“ oder „aetherus“ genannt) wurde durch

die Untersuchungen von Frobenius (1730), Hoffmann, Pott, Baumé bekannt, auch wurde derselbe, mit Weingeist gemischt, zu Heilzwecken verwendet (Hoffmanns Tropfen). Hierbei sei erwähnt, daß erst Valentin Rose die irrige Ansicht, daß im Äther Schwefel enthalten sei, dauernd beseitigen konnte, wenngleich schon früher einige Chemiker, wie Hoffmann und Macquer, annahmen, daß der Äther aus dem Alkohol durch Austritt von Wasser gebildet werde.

Als offizinelle Präparate galten der Salpeter-, Salz- und Essigäther, nach ihrer Entstehung so benannt. Wie scharfsinnig Scheele bei seinen Untersuchungen zu Werke ging, beweist, daß er die Gegenwart einer Mineralsäure als notwendig für die Bildung des Äthers von schwachen Säuren, z. B. der Essig- und Pikrinsäure, erkannte, was vor ihm übersehen war. Auch wurden die Kenntnisse der organischen Säuren im phlogistischen Zeitalter bedeutend erweitert. Die am längsten bekannte Essigsäure lernte man im konzentrierten, reinen Zustande als Essig kennen und beobachtete ihre Entzündbarkeit (Lauraguais). Ferner wurde die angenommene Ähnlichkeit der von Wray (1670) entdeckten Ameisensäure mit der Essigsäure, die man früher bemerkte, und die oft zu Verwechslungen beider führte, durch die Arbeiten Marggrafs, der ihre Verschiedenheit als sicher nachwies, vollständig beseitigt. Scheele lehrte aus den Pflanzenaschen eine stattliche Reihe von Säuren isolieren, indem er ihre Kalk- und Bleisalze darstellte und diese mit passenden Mineralsäuren, meist Schwefelsäure zerlegte. So entdeckte er die Weinsäure, Zitronensäure, Apfelsäure, Oxalsäure. Letztere wurde aus Zucker mittels Salpetersäure dargestellt und mit der aus Sauerklee von ihm gewonnenen „Acetosellsäure“ als identisch erkannt. Die Behandlung von Milchzucker mit Salpetersäure führte ihn zur Auffindung der Schleimsäure, die Untersuchung der sauren Milch zum Nachweis der Milchsäure, in Harnsteinen fand er die Harnsäure. Sehr bedeutungsvoll ist seine im Jahre 1782 gemachte Entdeckung der Blausäure, welche er durch Zersetzung von Blutlaugensalz mit Schwefelsäure bereitete. Ein anderes Gebiet vieler Untersuchungen betraf die fetten Öle und tierischen Fette, doch war ihre Zusammensetzung und ihr chemisches Verhalten, namentlich zu den Alkalien, nicht klar geworden, wenn auch Scheele mit seiner wichtigen Beobachtung die Erklärung abgeben konnte, daß er als Produkt der Zersetzung von Baumöl mit Bleiglätte das Glyzerin, von ihm Ölsüß genannt, entdeckt habe. Leider wurde die Tragweite dieses wichtigen Fundes erst in späterer Zeit gebührend bewertet. Bezüglich der Chemie der Zuckerarten, sowie der Produkte des pflanzlichen sowie tierischen Stoffwechsels, wie z. B. der ätherischen Öle, Eiweißstoffe, hat

man in der abgelaufenen Epoche nur erst schwache Anfänge zu konstatieren.

Bevor wir zu der Geschichte der neueren Zeit übergehen, müssen wir noch einen Zweig der Chemie eingehender behandeln, und zwar die pharmazeutische Chemie. Daß gerade auf diesem Gebiete mancher große Fortschritt aufzuweisen ist, läßt sich aus den gemeinsamen Interessen der Chemie und Pharmazie ganz logisch folgern. Wir haben im phlogistischen Zeitalter Männer gehabt, wie Kunkel, Lemery, Geoffroy, Rouelle, Neumann, Marggraf, Scheele, denen man die Anregung zum Studium rein chemischer Erscheinungen der Ausübung der Pharmazie zu verdanken hat. Wie gerade diese Forscher der Chemie viele neue Errungenschaften zugeführt haben, so haben sie durch ihre Untersuchungen der Pharmazie ganz gewaltigen Nutzen verschafft. Ja, der Hauptgewinn bestand darin, daß aus der Verschmelzung der Pharmazie mit der Chemie sich die Folgerung ergab, daß die Tätigkeit in den Apotheken als trefflichste Vorschule für die Chemie angesehen wurde. Dann ist nicht zu vergessen, daß der wissenschaftliche Sinn durch tüchtige Lehrbücher der Pharmazie, z. B. Baumés „Eléments de pharmacie théorique et pratique“ (1762), Hagens „Lehrbuch der Apothekerkunst“ genährt wurde.

Dem Arzneischatze wurde naturgemäß durch die pharmazeutische Chemie manche Bereicherung zu teil und es seien an dieser Stelle neue Heilmittel kurz registriert: kohlensaures Ammon, in den englischen Tropfen enthalten, schwefelsaures Kali unter der Bezeichnung: „Glasers sal polychrestum“, schwefelsaure Magnesia als „sal anglicum“, später Bittersalz bezeichnet; Magnesia alba aus den Mutterlaugen der Salpeterbereitung mittels kohlensauren Kalis gewonnen. Von Antimonpräparaten kam die Kermes minerale zu Ansehen; unter dem Namen Goldtropfen oder Nerventinktur war das Eisenchlorid in weingeistiger Lösung als Geheimmittel sehr beliebt. Die Hoffmanns Tropfen, sowie die zusammengesetzten Äther fanden ebenfalls offizinelle Anwendung. Basisch-essigsaures Blei führte nach Mitte des vorigen Jahrhunderts Goulard als äußerlich zu benutzendes Mittel ein, das noch heute nach ihm benannt wird.

Betreffs der Stoffe mit antiseptischen Wirkungen wies Kunkel auf die Mineralsäuren hin. Der Schwede Faggot benutzte zum Imprägnieren des Holzes die fäulniswidrige Eigenschaft des Eisenvitriols sowie Alauns.

Zuletzt sei nun noch bemerkt, daß Scheele dadurch, daß er im Jahre 1782 die Konservierung des Essigs durch Kochen im verschlossenen Gefäße empfahl, der Entdecker der so wichtigen Sterilisierungsmethode geworden ist.

Das Zeitalter der phlogistischen Theorie ist die Vorstufe der neuen Ära gewesen. Die irrtümliche Auffassung betreffend die Verkalkung und Verbrennung hindert uns nicht, zu behaupten, daß sich schon damals die Chemie als junge Wissenschaft kräftig und gesund entwickelt hat. Denken wir nur an die vielen experimentellen Methoden, die Verbesserung der Apparate und sonstigen Hilfsmittel, alles Fortschritte, durch welche unsere Wissenschaft erheblich gefördert wurde. Die Chemie war sich in diesem Zeitalter voll bewußt, die Körper auf ihre Zusammensetzung hin zu erforschen, und somit hat sie sich von der Magd der Heilkunde hinaufgearbeitet zur selbständigen Wissenschaft.

Sechster Abschnitt.

Die Chemie der neueren Zeit von Lavoisier bis auf unsere Tage oder das Zeitalter der quantitativen Untersuchungen.

Der Beginn des letzten Zeitalters der Chemie, dem die heutige Generation der Forscher noch angehört, und dessen Begründung den Sturz des phlogistischen Systems in sich schließt, wird mit Recht an Lavoisiers Formen angeknüpft, durch welche er die schon bestehende chemische Wissenschaft in neue Bahnen lenkte und zwar insofern, als er die Macht und Bedeutung der Gewichtsverhältnisse bei chemischen Reaktionen, die ohne diese Berücksichtigung falsch gedeutet worden waren, bewies. Lavoisier vermochte zuerst eine richtige Erklärung über die Vorgänge bei der Verbrennung bezw. Verkalkung zu geben und zwar auf Grund der von Scheele und Priestley gemachten Entdeckung des Sauerstoffs. Gerade dieses ist das Ereignis, mit welchem die neue Zeit von dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts anhebt und bis auf unsere Tage fortläuft.

Es vollzog sich nunmehr eine Reform im vollsten Sinne des Wortes. An Stelle der phlogistischen Lehre, die in einem gewissen Sinne verknöchert war, trat die Verbrennungstheorie mit dem Sauerstoff als Mittelpunkt, und dadurch wurde die in jenem Banne sich befindliche Chemie in das antiphlogistische System übergeführt. Nach der Lehre Lavoisiers beruhten alle Vorgänge, bei denen man das Entweichen von Phlogiston angenommen hatte, auf der Aufnahme von Sauerstoff und umgekehrt, die Prozesse, die durch Hinzutreten von Phlogiston gedeutet wurden, waren gerade durch die Ausscheidung von Sauerstoff gekennzeichnet. Lavoisier bewies ferner, daß die von den Phlogistikern für Elemente gehaltene Schwefel- und Phosphorsäure aus Metallkalken zusammengesetzte Körper

seien und die früher als Verbindungen angesehenen Körper, wie Metalle, Schwefel, Phosphor erkannte er als Elemente.

In aller Kürze wollen wir hier die Hauptwidersprüche, in denen sich die phlogistische Theorie bei der Entdeckung des Sauerstoffs verwickelt hatte, erläutern. Die Annahme, daß das Phlogiston aus Wasserstoff bestehe, wurde von vielen derzeitigen Chemikern geteilt, und es war aus diesem Grunde nicht leicht, nachzuweisen, wohin während der Verkalkung der Metalle, sowie bei der Verbrennung von Schwefel, Phosphor, Kohle im geschlossenen Raume das Plogiston, welches doch dabei entweichen sollte, gekommen sei. Wenngleich sich vom phlogistischen Standpunkte aus die Reduktion der Metalloxyde mittels Wasserstoff, wenigstens scheinbar, vorzüglich deuten ließ, so mußte man doch von einer Erklärung der dabei stattfindenden Bildung des Wassers und der Gewichtsabnahme, welche die Oxyde dabei erleiden, absehen. Ebenfalls vermochte die Phlogistontheorie keine Erklärung zu geben für die Bildung von Quecksilber aus Quecksilberoxyd durch Hitze, sowie von Silber und Gold aus ihren Oxyden. Und gerade die Reaktionen, die zu der Entdeckung des Sauerstoffes leiteten, führten den Zusammenbruch jener Theorie herbei und ermöglichten die Aufstellung des antiphlogistischen Systems. Das letztere fand dann noch eine Bekräftigung dadurch, daß ein paar Jahre später nachgewiesen wurde, daß das bisher für elementar gehaltene Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sei.

Die antiphlogistische Chemie von 1775 bis Ende des 18. Jahrhunderts.

Den ausgezeichneten Forschungen, womit bereits im vorigen Zeitalter unsere Wissenschaft von französischen Gelehrten bereichert worden war, reihen sich im Anfang des jetzt zu besprechenden neue an, welche die früheren an Wichtigkeit weit übertreffen. Wir haben im Verlaufe der Geschichte gesehen, daß das Interesse an chemischen Untersuchungen in Frankreich erheblich zugenommen hat, hauptsächlich von 1770 an. Diese Leistungen vervielfältigten sich derart, daß neue Organe zur Verbreitung der wissenschaftlichen Arbeiten notwendig wurden, so entstand z. B. neben dem von 1665 an erscheinenden „Journal des savants", der ältesten aller wissenschaftlichen Zeitschriften, und den Memoiren der Pariser Akademie im Jahre 1771 ein neues Journal: „Roziers Observations sur la

Physique“ usw., welches in seiner Fortsetzung unter dem Titel: „Journal de Physique“ von 1778 an für die Chemie große Wichtigkeit erlangte und mit einer Unterbrechung von 1794—1798 bis 1823 fortgeführt wurde.

Wir werden nun zu der genauen Betrachtung der Leistungen desjenigen Chemikers, der die quantitativen Untersuchungen in unsere Wissenschaft einführte und die antiphlogistische Lehre aufrichtete, übergehen.

Antoine Laurent Lavoisier wurde 1743 zu Paris geboren. Schon in frühester Jugend erhielt er eine gute wissenschaftliche Ausbildung und vorzügliche Erziehung. Sein Vater, Advokat, der ein großer Freund der Naturwissenschaften war, stand mit den berühmtesten Forschern in Paris im regsten Verkehr. Hierdurch wurde bei unserem jungen Lavoisier die Neigung zu den Naturwissenschaften sehr gefördert. Er beschäftigte sich vorzugsweise mit Chemie und Mathematik, dann aber auch mit der Astronomie, Mineralogie und Geognosie. Schon im Jahre 1764 zeichnete sich Lavoisier durch die Lösung einer akademischen Preisfrage aus. Es handelte sich darum, wie die Straßenbeleuchtung am besten zu bewerkstelligen sei, sodaß möglichste Erhellung, möglichste Leichtigkeit der Unterhaltung der Apparate und möglichste Kostenersparnisse dabei erzielt würden. Lavoisier trug den Sieg davon! Mit der Lösung der Preisarbeit war auch eine Prämie von 2000 Livres ausgesetzt; er aber war viel zu edel, diesen Betrag in Empfang zu nehmen, ließ denselben unter seine drei Mitbewerber verteilen, damit sie wenigstens für ihre Auslagen und Bemühungen entschädigt waren. Im Jahre 1766 erhielt Lavoisier vom Könige die goldene Denkmünze verliehen, und zwei Jahre später wurde er als „adjoint“ in die französische Akademie aufgenommen.

Von diesem Zeitpunkte an widmete er sich mit aller Kraft der Chemie. Um aber in seinem Experimentieren durch unzureichende Mittel nicht beschränkt zu werden, bewarb er sich 1771 um die Stelle eines Generalpächters. Dieselbe erhielt er und konnte sich nicht nur sorgenfre dem Experimentieren hingeben, sondern hatte auch sehr viel Gelegenheit, seine Arbeiten dem Staate und dem Allgemeinwohle nutzbar zu machen. Im Jahre 1776 wurde er an die Spitze der Verwaltung der Salpeter- und Pulverfabrikation gestellt und fand ausgiebige Veranlassung, Verbesserungen in der technischen Abteilung einzuführen. Während der Zeit, als Lavoisier an der Spitze der Pulverfabrikation stand, hatte Frankreich das beste Pulver aufzuweisen; nach dem Tode unseres Forschers änderte sich dieses aber schnell, wofür die Kriege mit England den besten Beweis geben.

Aber nicht nur in chemisch-technischer, sondern auch in nationalökonomischer Beziehung wirkte Lavoisier überaus segensreich, teils in Wort,

teils in Schrift. In die verschiedensten Kommissionen wurde er als Mitglied berufen, und um seine vielseitige Tätigkeit einigermaßen zu schildern, wollen wir wenigstens die wichtigeren seiner Beschäftigungen hier kurz anführen. So z. B. wurde er von der Nationalversammlung um die besten Mittel zur Verfertigung von Assignaten befragt, ferner zum Mitgliede der Kommission für Maße und Gewichte berufen. Aber auch zur Erfüllung anderer, mit der Wissenschaft weniger im Zusammenhange stehender Ämter fand Lavoisier, trotz seiner rastlosen Tätigkeit, noch Zeit; zum Mitglied der Nationalversammlung von Orleans wurde er 1787 erwählt, ein Jahr später als Administrator der „Caisse d'escompte" angestellt; 1791 ließ die „Assemblée constituante" einen von ihm geforderten Bericht über die Steuererhebung unter dem Titel: „Traité sur la richesse territoriale de la France" auf Staatskosten drucken. Aber diese Verdienste, welche sich Lavoisier um sein Vaterland und als Reformator der Wissenschaft erwarb, retteten auch ihn zu der Zeit des Terrorismus nicht, wo Robespierre unermüdlich das Henkerbeil gegen jedermann schwang, der auf irgend eine Art wahres Verdienst aufzuweisen hatte oder überhaupt zu bedeutend war, als daß er dem Argwohn und dem Mißtrauen des Tyrannen hätte entgehen können. Auf Grund nichtiger Beschuldigungen wurde er unter der Schreckensherrschaft zum Tode verurteilt und am 8. Mai 1794 mit noch 28 Generalpächtern hingerichtet.

Grimaux verdanken wir die Veröffentlichung der Dokumente, die auf den Prozeß Lavoisiers Bezug haben, und ist uns hierdurch manche Aufklärung in dieser traurigen Angelegenheit zuteil geworden. Man vermutet, daß Marat aus Rache gegen Lavoisier, weil dieser seine Arbeit „Recherches physiques sur le feu" nicht günstig beurteilt hat, den Prozeß angestrengt habe. Man kann diese Vermutung insofern auch höchstwahrscheinlich als Tatsache ansehen, weil Marat im „Ami du peuple" Lavoisier wiederholt denunzierte und dadurch die Anklage veranlaßt hat. Nachdem letzterer sich 5 Monate lang in Untersuchungshaft befunden hatte, wurde das Urteil gefällt und er zum Tode verurteilt: „als überführt, Urheber oder Mitschuldiger eines gegen das französische Volk gerichteten Komplots zu sein, das die Erfolge der Feinde Frankreichs zu begünstigen zum Zwecke hatte, indem er namentlich jede Art von Erpressung an dem französischen Volke verübt und dem Tabak Wasser und für die Gesundheit der Bürger, welche sich desselben bedienten, schädliche Stoffe beigemengt hat". Charakteristisch ist es, daß unter seinen vielen Freunden und Verehrern, wie Hany, Borde und anderen nur ein Chemiker, Loysel, den Mut gehabt hat, seine Stimme gegen das Urteil zu erheben; es blieb

Anton Laurent Lavoisier.
(Eigene Sammlung.)

aber erfolglos gegenüber der Roheit der Gewalthaber, die sich in der Antwort des Gerichtspräsidenten: „Nous n'avons plus besoin de savants!“ treffend kund gab. Einflußreiche Fachgenossen, wie Guyton de Morveau, Mouge und namentlich Fourcroy, die wirklich etwas für ihn tun konnten, fanden es nicht der Mühe wert, gegen dieses schändliche Verbrechen Einspruch zu erheben. Über die Stellungnahme Fourcroys zu dem Lavoisierschen Prozeß erfahren wir ebenfalls von Grimaux sowie Berthelot „Notice historique sur Lavoisier“ detaillierte Angaben, die das Verhalten des ersteren in sehr schlechtem Lichte erscheinen lassen.

Lavoisier starb mit Ruhe im 51. Lebensjahre.

Bevor wir über seine Arbeiten in Bezug auf den Sauerstoff und die damit zusammenhängende Verbrennungstheorie übergehen, wollen wir seine einzelnen Arbeiten ein wenig näher behandeln. Im Jahre 1768 publizierte er eine Arbeit über die Analyse des Gipses, worin er als Bestandteile Schwefelsäure, Kalkerde und Wasser angibt; dies ist insofern bemerkenswert, als unter den vielen Chemikern, die sich mit dieser Untersuchung befaßten, Marggraf der einzige war, der 1750 dieselbe richtige Zusammensetzung erkannt hatte.

Die ersten Forschungen, die Lavoisier im Jahre 1770 betreffs der vermeintlichen Umwandlung des Wassers in Erde veröffentlichte, lassen seine physikalische Methode deutlich erkennen; er bewies nämlich hierbei, daß das Gewicht des verschlossenen Glasgefäßes mit Wasser, welches er darin lange Zeit im Kochen erhalten hatte, unverändert geblieben war, daß aber die entstandene Erde ebensoviel wog, als das Gefäß an Gewicht abgenommen hatte. Hieraus zog Lavoisier den Schluß, daß die Erde nicht aus dem Wasser, sondern aus dem Glase entstanden sei.

Vor allem müssen wir hervorheben, daß Lavoisier bei allen derartigen Arbeiten als unentbehrliches Hilfsmittel die chemische Wage einführte. An die eben besprochene Untersuchung knüpften sich alsdann solche über die Verkalkung der Metalle an, wobei er vermittelst einer feinen, von ihm selbst konstruierten Wage alle bei derartigen Prozessen stattfindenden Gewichtsveränderungen genau konstatieren konnte. Es entstand somit durch derartige Arbeiten und durch die dazu kommende Entdeckung des Sauerstoffs das Fundament zu der Lavoisierschen Verbrennungstheorie. Was seinen Charakter anlangt, so war es auch ihm, wie den meisten französischen Chemikern, eigen, die Verdienste anderer einfach zu ignorieren, und das verstand Lavoisier mit großer Härte. Aber dessen ungeachtet müssen wir ihm das Verdienst lassen, daß er, wenn auch andere Gelehrte schon die gleichen Arbeiten ausgeführt hatten, doch den

hervorragendsten Anteil daran hatte und wollen gleichzeitig zur besseren Würdigung der damaligen Verhältnisse hervorheben, daß die meisten der von ihm verschwiegenen Arbeiten anderer, deren Resultate mit den seinigen übereinstimmen und vor diesen die Priorität haben, nur einzelne abgerissene Tatsachen behandeln, während Lavoisiers Arbeiten alle unter sich im engsten Zusammenhange stehen und diejenigen seiner Untersuchungen, bei welchen er ganz selbständig die wichtigsten Wahrheiten fand, ihn auch sicher zu den einzelnen Entdeckungen führen mußten, welche bereits einige vor ihm antizipiert hatten.

Lavoisiers Untersuchungen, welche mit der neuen Theorie eng verbunden sind, deuten nicht auf Bruchstücke des einen oder anderen Gebietes, sondern sie gehen alle darauf hinaus, eine bindende Erklärung über die Verbrennung und Verkalkung zu geben, dann aber auch, nachdem die Teilnahme des Sauerstoffs an diesen Vorgängen erwiesen war, zu erforschen, welche Wirkung der Sauerstoff in der Chemie überhaupt ausübt.

Was seine chemischen Arbeiten anlangt, so zeichnen sie sich alle durch Präzision der Beobachtung, durch meisterhafte Beschreibung der Tatsachen wie durch klare Darlegung der zu ziehenden Folgerung aus.

Dieses waren wohl die hauptsächlichsten Arbeiten Lavoisiers bis zum Jahre 1772; mit größtem Eifer war er von nun an bestrebt, neue Bahnen zu betreten. Wir haben hierbei nicht einzelne Tatsachen zu behandeln, sondern die Aufstellung einer richtigen Theorie über die wichtigsten Erscheinungen in unserer Wissenschaft. Der Zweck seiner Forschungen ist nun der, durch eine zusammenhängende Reihe zahlreicher Arbeiten eine Reform des chemischen Systems mit aller Kraft durchzuführen.

Mit dieser Reform der Verbrennungstheorie begann Lavoisier im Jahre 1772, wo er bei der Akademie eine Note deponierte, die in der ersten Hälfte des folgendes Jahres geöffnet und bekannt wurde.

In dieser Schrift gab Lavoisier an, daß bei der Verbrennung von Schwefel und Phosphor, sowie bei der Verkalkung von Metallen, das Gewicht dieser Körper zunehme infolge der Absorption einer großen Menge Luft, und daß durch Reduktion der Bleiglätte mit Kohle im geschlossenen Raume eine beträchtliche Menge Luft, das tausendfache Volumen der Glätte, entwickelt werde. Wir sehen, daß Lavoisier jetzt noch auf dem gleichen Standpunkte mit Mayow stand; er war noch völlig im Unklaren darüber, welcher Teil der Luft die Gewichtsvermehrung bewirke; ferner darüber, daß die Luft ein Gemenge von Gasen sei, besonders aber über den bei der Reduktion der Bleiglätte sich vollziehenden Prozeß; er ist geneigt, das

Berthollet besucht Lavoisier im Laboratorium der Sorbonne zu Paris.

(Eigene Sammlung [Paris].)

dabei erzeugte Gas, bekanntlich Kohlensäure, für das mit dem Blei verbundene „Fluidum“ anzusehen, und kann man hieraus ersehen, daß Lavoisier die qualitative Seite bei chemischen Vorgängen zu wenig berücksichtigte. Durch mehrfache Versuche gelangte er doch zu einer Klärung und erkannte somit seinen Irrtum bezüglich der Reduktion der Bleiglätte. Im Jahre 1777 gab Lavoisier genaue Versuche an, die der Form nach dieselben sind, wie sie schon Boyle angestellt hatte, nur mit dem Unterschiede, daß ersterer aus denselben richtigere Folgerungen zu ziehen vermochte als jener. Insbesondere ist sein Versuch über die Verkalkung des Zinns hervorzuheben. In eine Retorte wurde Zinn gefüllt, die Öffnung derselben hermetisch verschlossen und das Ganze gewogen. Bei dem Erhitzen schmolz das Zinn und oxydierte; das Gewicht des ganzen Apparates aber blieb unverändert. Beim Öffnen der Retorte drang Luft ein, und nun wog der Apparat mehr als zuvor; der Überschuß an Gewicht zeigte an, wieviel Luft bei dem Öffnen eingedrungen war, und es ergab sich weiter, daß das Gewicht des Zinns bei dem Verkalken genau um denselben Überschuß zugenommen hatte. Hieraus schloß Lavoisier die Folgerung, daß die Verkalkung auf Absorption von Luft beruht, daß also durch die letztere die Gewichtsvermehrung bewirkt wird.

Wenn auch Lavoisier in dieser Arbeit die Grundzüge seiner Theorie niederlegte, so fehlte doch noch immer die nähere Erkenntnis des Teiles der Luft, der sich mit den Metallen und verbrennlichen Körpern vereinigt. Aber die Entdeckung des Sauerstoffes durch Priestley, mit welch letzterem er bei dessen Aufenthalte in Paris noch in demselben Jahre bekannt wurde, fand in den Händen Lavoisiers sogleich die größte Fruchtbarkeit. Dies ergibt sich aus einer im Jahre 1775 geschriebenen Abhandlung, in welcher der Sauerstoff in seiner allgemeinen Bedeutung für die in Frage stehenden Vorgänge gewürdigt wird; dieses Gas ist nun als „Fluidum“ erkannt, welches sich mit den Metallen, dem Schwefel, Phosphor, mit der Kohle usw. verbindet. Ferner führte ihn die Bildung von Kohlensäure aus Kalisalpeter und Kohle zu dem Schluß, daß in diesem Salze ebenfalls Sauerstoff enthalten sein muß. Hierbei bemerken wir, daß schon ungefähr 100 Jahre vorher Mayow dasselbe erkannte, nur mit dem Unterschiede, daß er das fragliche Gas nicht Sauerstoff, sondern „nitro aëreus“ bezeichnete. Lavoisier stellte das Sauerstoffgas durch Erhitzen von Quecksilberoxyd dar, gerade wie es Priestley getan hatte, und dieses Verfahren zeigte zugleich die Zusammensetzung des Quecksilberkalkes durch einfache Zerlegung desselben und ließ somit einen Schluß auf die analoge Zusammensetzung aller anderen Metallkalke ziehen.

Ferner zeigte er, daß die fixe Luft (Kohlensäure) eine Verbindung von Kohle mit Sauerstoff sei, da bei dem Erhitzen der Kohle mit Metallkalk regulinisches Metall zurückbleibt und fixe Luft entweicht, die also aus Kohle mit dem anderen Bestandteile des Metallkalkes besteht; er sprach außerdem noch aus, daß dieser Bestandteil in dem Salpeter enthalten ist, da derselbe durch Erhitzen mit Kohle fixe Luft abgibt. Ein Hinweis auf den Einfluß, den Priestleys Entdeckung des Sauerstoffes, die Lavoisier doch durch letzteren selbst, wie schon oben erwähnt, bekannt geworden war, auf seine Versuche und auf seine Deutung früherer Beobachtungen gehabt hat, findet sich mit keiner Silbe erwähnt, und später gestand Lavoisier selbst dem englischen Chemiker nur die Gleichzeitigkeit der Entdeckung zu. Es ist betrübend zu bemerken, daß der mit so weitem Blick und großartigen Gaben ausgestattete Naturforscher den Verdiensten anderer nicht immer gerecht geworden ist, und es erweckt die Stellung Lavoisiers zu den Beobachtungen und Entdeckungen anderer Forscher ein recht peinliches Gefühl. So ungern wir es tun, diesen sonst so hochverdienten Mann in dieser Beziehung zu charakterisieren, so müssen wir doch einiges bezüglich seines Wesens hier anführen. So z. B. erwähnt Lavoisier bei seiner ersten chemischen Arbeit über die Zusammensetzung des Gipses nichts, daß schon Marggraf die gleiche Beobachtung gemacht habe; in ähnlicher Weise ignorierte er bei der Darlegung seiner Versuche über die Zusammensetzung des Wassers, daß dasselbe aus Wasser- und Sauerstoff bestehe, die Untersuchung Cavendishs, welche das gleiche beweist, obwohl Blagden ihn hiervon in Kenntnis gesetzt hatte.

Gegen Blacks ausgezeichnete Versuche über die fixe Luft, von denen er bei seinen Arbeiten über die Fixierung der Gase den größten Nutzen gezogen hatte, verhielt er sich kühl und ablehnend; dagegen verfehlte er durchaus nicht, die kleinlichsten Einwände, die gegen Black erhoben wurden, aufzubauschen und rücksichtslos zu kritisieren. Dieses sind leider Flecken, die ihm trotz der ihn idealisierenden Geschichtschreibung von Grimaux und Dumas anhaften.

Kehren wir zu seinen Forschungen zurück! In Verbindung mit seinen Arbeiten über die Zusammensetzung der fixen Luft stehen die Versuche, welche er 1775/76 über die Verbrennlichkeit des Diamantes anstellte. Hierbei beobachtete Lavoisier, daß das Verbrennungsprodukt des Diamantes lediglich Kohlensäure ist; ferner zeigte er, daß durch Verbrennung von Phosphor in abgeschlossenem Volum ein Fünftel des letzteren verbraucht wird und nicht atembare Luft zurückbleibt. Durch derartige Versuche und

durch die ihm inzwischen bekannt gewordenen Beobachtungen von Scheele und Priestley, sowie durch weitere aus dem Jahre 1777 stammende Untersuchungen über die Verbrennung organischer Körper, als deren Produkte er Wasser und Kohlensäure feststellte, konnte Lavoisier die Hauptsätze seiner Verbrennungs- oder Oxydationstheorie folgendermaßen aufstellen:

Die Körper brennen nur in reiner Luft (air éminemment pur.); diese wird bei der Verbrennung verbraucht, und die Gewichtszunahme des verbrannten Körpers ist gleich der Gewichtsabnahme der Luft.

Der brennbare Körper wird gewöhnlich durch seine Verbindung mit der reinen Luft in eine Säure verwandelt, die Metalle dagegen in Metallkalke. Der letzte Satz enthält einen wichtigen Gedanken, den Lavoisier zu seiner Theorie von der Zusammensetzung der Säuren weiter ausspann, wonach diese als principe oxygène oder acidifiant immer Sauerstoff enthalten sollen. Durch eigene mehrfache Versuche begründete er diese Annahme damit, daß die Schwefelsäure aus Schwefel und Sauerstoff, die Phosphorsäure aus Phosphor und Sauerstoff und die Salpetersäure aus Salpetergas (Stickoxyd) und Sauerstoff bestehen. Ebenfalls sollte die starke Säure (Salzsäure) Sauerstoff enthalten und mehr noch das daraus durch Oxydation hervorgehende Chlor. Ferner beschäftigte er sich mit der Frage, welcher Art die Sauerstoffverbindung des Wasserstoffs sei. Hierbei war er aber nicht zur richtigen Erkenntnis gelangt, weil er glaubte, als Verbrennungsprodukt eine Säure zu finden. Dagegen hatte Cavendish nachgewiesen, daß durch Verbrennung von Wasserstoff ausschließlich Wasser entstehe. Es ist dieses ein großes Verdienst Cavendishs, welches ihm selbst von den Freunden Lavoisiers mit vollem Rechte und ohne jede Einschränkung auch zuerkannt wird. — Dessen ungeachtet müssen wir hinzufügen, daß diese grundlegende Beobachtung sich erst unter der Hand Lavoisiers fruchtbar erwies, denn er konnte tatsächlich die Zusammensetzung des Wassers aus Wasser- und Sauerstoff aussprechen und dieselbe, wenn auch nur annähernd, quantitativ bestimmen. Lavoisier lehrte ferner die Zerlegung des Wassers durch glühendes Eisen, sowie die Entstehung desselben bei der Reduktion von Metalloxyden mittels Wasserstoff verstehen. Ja, die Bildung von Wasserstoff infolge der Auflösung von Metallen in Säuren wurde nunmehr erst befriedigend erklärt, und gerade diese Reaktion war es, die die Phlogistiker in der Meinung bestärkten, die Metalle enthielten Phlogiston, welches, mit Wasserstoff identisch, beim Auflösen derselben in Säure entweiche; nun wusste Lavoisier, daß der Wasserstoff vom Wasser stamme, der Sauerstoff aber sich mit dem Metall zu dessen Oxyd verbinde, welches sich dann mit

Säure vereinigt. Somit war auch die letzte Schwierigkeit beseitigt, welche das antiphlogistische System noch zu überwinden hatte, und die Phlogistontheorie war jetzt unrettbar verloren. Bis jetzt war Lavoisier der einzige gewesen, der gegen die Phlogistontheorie öffentlich auftrat, wenngleich er in seinen Arbeiten von hervorragenden Physikern und Mathematikern wie Laplace, Monge, Cousin, Meusnier u. a. unterstützt wurde, aber kurz nach dem Jahre 1783 begannen auch einige einflußreiche Chemiker zunächst in Frankreich, wie Berthollet (1785), Moveau (1786), Fourcroy (1787), aber auch bald in den anderen Ländern sich seinen Ansichten zuzuwenden.

Wir haben jetzt seine Arbeiten in großen Zügen zu schildern versucht, werden jedoch auf die eine oder andere in der speziellen Geschichte noch zu sprechen kommen.

Wenn das von den Phlogistikern Black, Scheele, Priestley, Cavendish zusammengetragene Material unentbehrlich war, wie z. B. die Entdeckungen des Sauerstoffes und der wahren Zusammensetzung des Wassers, so wußte doch er mit seinem hohen Geistesfluge, der sich hoch über die Ideen seiner Zeitgenossen erhob, alle die von ihnen nicht verstandenen Erscheinungen richtig zu erklären.

Von einzelnen Chemikern wie Boyle, Black, Cavendish, Scheele, Bergmann wurde die quantitative Untersuchungsweise gehandhabt, doch hat keiner dieser Forscher die Wage als Hilfsmittel chemischer Arbeiten so zu handhaben gewußt, wie Lavoisier. Die planmäßige Anwendung der quantitativen Untersuchungsmethode, sowie die vorurteilsfreie Erfassung chemischer Vorgänge von mehr physikalischen Gesichtspunkten aus waren es, welche ihn zu der richtigen Deutung der wichtigsten Erscheinungen in der Chemie leiteten. Lavoisier war durchdrungen von der Wahrheit, daß bei chemischen Reaktionen keine Materie verloren gehe. Dieser Überzeugung von der Erhaltung des Stoffes gab er in genialer Weise dadurch Ausdruck, daß er chemische Reaktionen durch Gleichungen deutete, indem er die Körper vor der Wechselwirkung und die Produkte letzterer einander gleich setzte. (Vergl. Traité de Chimie 1789.) Was andere stillschweigend als richtig annahmen, galt bei seinen Untersuchungen und Versuchen als Gesetz. Der Satz: „Das Gewicht eines zusammengesetzten Körpers ist gleich den Gewichtsmengen der denselben bildenden Stoffe“ gehört hierher, und, wenn derselbe noch so selbstverständlich erscheint, so mußte er doch denen, welche die Wärme für substantiell hielten, bewiesen werden, denn der bei der chemischen Verbindung erfolgende Wärmeaustritt hatte ja, wenn ein Wärmestoff ange-

André Langier.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

nommen wurde, eine Gewichtsabnahme zur notwendigen Folge. Dank seiner Auffassung der Wärme blieb Lavoisier vor großem Irrtum bewahrt. Er schloss aus Versuchen, bei denen er Körper in geschlossenen Gefäßen verbrennen ließ und nachwies, daß keine Gewichtsveränderung eintritt, daß seine matière de chaleur kein Gewicht hat. Die Phlogistiker nahmen die Wärme als wägbare Substanz an und mußten mit dieser irrigen Vorstellung naturgemäß in ein falsches Fahrwasser geraten.

Wir haben bis jetzt gesehen, daß das antiphlogistische System eine vollständige Reform der Chemie bedeutete und wollen nun noch einige der durchgreifendsten Wandlungen, welche damals die Ansichten über die Elemente und die chemischen Verbindungen erfuhren, kurz zusammenfassend erörtern.

Die von Boyle vertretene Ansicht, dass diejenigen Stoffe, die nicht in einfachere zerlegt werden können, als zu den Elementen gehörig zu betrachten seien, wurde auch von Lavoisier beibehalten, aber im einzelnen nahm letzterer große Änderungen vor. So z. B. stellte er die Metalle und die wichtigsten Nichtmetalle in die Reihe der Grundstoffe, dazu zählten auch zusammengesetzte Körper, wie die Alkalien, Ammoniak und Erden, jedoch wurden bei manchen starke Zweifel an ihrer elementaren Natur gehegt; ebenso wurde der Sauerstoff als Element erkannt und der Mittelpunkt des antiphlogistischen Systems, das ja seine Entstehung der Erkenntnis von dem Verhalten anderer Elemente zu Sauerstoff verdankte. Wir haben schon von der Bedeutung, die Lavoisier diesem Gase bei den Säuren und Salzen beilegte, erwähnt und knüpfen hieran, daß hiermit die Zusammensetzung einer großen Zahl von Verbindungen der Oxyde, Säuren, Salze richtig erkannt wurde entgegen der schroffen Auffassung der Phlogistiker, welche die zu den ersten zwei Klassen gehörigen Stoffe als einfache ansahen.

1787 gab Lavoisier in Vereinigung mit Guyton de Morveau, Berthollet und Fourcroy ein Werk: „Méthode de nomenclature chimique“ heraus, dessen Inhalt von den Elementen und Verbindungen handelte. Vor allem wollen wir hervorheben, daß Guyton de Morveau das Verdienst gebührt, zuerst eine zweckentsprechende chemische Nomenklatur geschaffen und zu diesem Werke die Anregung gegeben zu haben.

Das hier Mitgeteilte genügt, um den unermeßlichen Einfluß, welchen Lavoisier auf die Chemie ausgeübt hat, würdigen zu lassen, es genügt, um ihn als den Chemiker zu charakterisieren, der zuerst den chemischen Untersuchungen eine neue Richtung, die quantitative, nutzbar gemacht hat. Ja, noch mehr! Kein Chemiker hat die Summe von Kenntnissen, welche ihm zugekommen war, so vermehrt, keiner die Wissenschaft, wie sie ihm

seine Vorgänger vorgearbeitet hatten, mit einer so veredelten Richtung befruchtet an seine Nachfolger übermittelt, wie Lavoisier.

Seine Arbeiten sind größtenteils in den Memoiren der französischen Akademie veröffentlicht; die Jahrgänge 1768—1787 enthalten über 60 Abhandlungen von ihm; einige andere finden sich im Journal de Physique und in den Annales de Chimie. Von selbständigen größeren Werken publizierte er 1774 seine „Opuscules physiques et chymiques", welche seine Ideen über die Natur der Gase und Ansichten über die Verbrennungsprozesse enthalten. Vollständiger entwickelte Lavoisier seine Theorie in dem „Traité élémentaire de chimie" (présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes), welcher 1789 erschien; hierin stellte er die wichtigsten chemischen Tatsachen übersichtlich zusammen und erklärte sie gemäß der antiphlogistischen Theorie, die in diesem Werke ihr erstes Lehrbuch erhielt. Nicht zu vergessen ist, daß gerade die Übersetzungen des letzteren wesentlich zur Verbreitung der neuen Lehre beitrugen.

Die drei Forscher, die mit Lavoisier den Grund zu einer wissenschaftlichen Nomenklatur legten und die oben schon namhaft gemacht wurden, haben auch durch andere Arbeiten einen Einfluß auf die Entwicklung der chemischen Lehren ausgeübt, sodaß ihre wichtigsten Leistungen hier zu berücksichtigen sind.

Louis Bernard Guyton de Morveau wurde als Sohn eines Professors der Jurisprudenz im Jahre 1737 zu Dijon geboren; er begann in seinem 17. Lebensjahre die Studien der Rechte an der Hochschule seiner Vaterstadt, die er 1756 in Paris fortsetzte. Schon in seinem 23. Jahre (1760) wurde er Generaladvokat bei dem Parlament zu Dijon; er widmete sich schon seit mehreren Jahren der Belletristik, und mit Bezug auf diese wurde er 1764 zum Ehrenmitglied der Dijoner Akademie ernannt. Morveau entsagte der juristischen Laufbahn infolge eines Zwischenfalles mit dem Chemiker Chardenon und verlegte sich mit vollem Eifer auf das Studium der Chemie. Von nun an blieb diese Wissenschaft für Morveau eine eifrig gepflegte Beschäftigung, sodaß er schon 1776 Vorlesungen über Chemie an der Dijoner Akademie halten konnte. Diese wurden mit großem Beifall aufgenommen; um für seine Vorlesungen einen Leitfaden zu haben, gab er ein Jahr darauf ein eigenes Lehrbuch der Chemie heraus. Ferner beschäftigte er sich mit der Mineralogie und vollendete mehrere damit in Beziehung stehende technische Untersuchungen. Um seine Kenntnisse aber auch praktisch zu verwerten, gründete er großartige Etablissements zur Anfertigung chemischer Präparate. 1778

organisierte er eine Salpetermanufaktur und verband hiermit 5 Jahre später eine Sodafabrik, welche die erste Frankreichs war. Sein Ruf als bedeutender Chemiker verbreitete sich derart schnell, daß er 1786 zum ständigen Sekretär der Dijoner Akademie ernannt wurde. Von nun an kam er mit den Chemikern der Pariser Akademie zusammen, unter anderen auch mit Lavoisier, dessen Theorie er bis jetzt noch heftig bekämpft hatte. Es dauerte jedoch nicht sehr lange, daß Lavoisier ihn, infolge des fleißigen Verkehrs, von der Richtigkeit seiner Lehre überzeugt hatte und er zum antiphlogistischen System übertrat. 1791 kam Morveau als Deputierter in die Reichshauptstadt, stimmte in dem Convent 1793 für die Hinrichtung des Königs und begleitete 1794 das französische Heer nach Belgien. Nach seiner Rückkehr nach Paris wurde er zum Professor an der École centrale des travaux publiques, welche bald darauf den Namen École polytechnique erhielt, ernannt. Von 1798—1799 bekleidete er die Direktorstelle der letzteren Schule; 1799 wurde Morveau Generaladministrator der Münze, 1800 zum Baron ernannt.

Die politische Rolle war weniger erfolgreich, ja geradezu schädlich, weil er, obwohl höchst einflußreiches Mitglied der Nationalversammlung und des Konvents war, nichts getan hat, was die Ausschreitungen der Revolution hätte eindämmen können. In den letzten Jahren seines Lebens wurde er von der Verpflichtung Vorlesungen zu halten, entbunden und lebte noch frei von allen Geschäften bis zum Jahre 1816, an dessen Anfang er nach einem kurzen Unwohlsein starb.

Bezüglich seiner Leistungen haben wir schon oben der Nomenklatur Erwähnung getan; in Bezug auf die Elementenfrage teilte er die Körper in Elemente und Verbindungen ein. Zu den ersteren zählen außer Wärme und Licht, welche auch von Lavoisier nicht als Stoffe aufgefaßt wurden, Sauer-, Wasser- und Stickstoff, welche die 1. Klasse bilden. Zu der 2. Klasse gehören die säurebildenden Nichtmetalle Schwefel, Phosphor, Kohle, denen sich die hypothetischen Radikale der Salzsäure, Flußsäure und Borsäure anreihen. Die 3. Klasse von unzerlegten Substanzen umfaßt die Metalle, die 4. die Erden, endlich die 5. die Alkalien, deren elementare Natur Lavoisier so unwahrscheinlich war, daß er dieselbe nicht mehr unter den Elementen aufführte. Die Benennung dieser letzteren knüpfte sich entweder an die seit altersher gebräuchlichen Namen oder sie war die von Lavoisier zum Teil schon früher eingeführte: Oxygène, Hydrogène, Azote.

Die Verbindungen gliedern sich in binäre und ternäre; zu ersteren gehören zunächst die Säuren, deren Namen aus zwei Worten, einem allen

gemeinsamen „acide“ und einer Spezialbezeichnung gebildet werden, z. B. acide carbonique-sulfurique-azotique. Für Säuren eines und desselben Elementes mit weniger Sauerstoff verändert sich die Endung ique in eux, z. B. acide sulfureux. Die Sauerstoffverbindungen der Metalle, welche als Basen den Säuren gegenübergestellt werden, gehören zur zweiten Gruppe binärer Körper; die Gattungsbezeichnung oxydes wird denselben beigelegt und der Name des betreffenden Metalles angefügt, z. B. oxyde de plomb usw. Ferner zählen noch zu den Verbindungen zweier Elemente die „sulfures“, wie z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefelmetalle „phosphures“, „carbures“, sowie die Verbindungen der Metalle unter einander.

Die Salze sind die Hauptvertreter der ternären Körper und gehen aus der Vereinigung von Basen mit Säuren hervor; nach den letzteren werden die Gattungsnamen gebildet, denen der Name des bei der Bildung der Säure beteiligten Metalles bezw. Alkalis oder der Erden angefügt wird, z. B. nitrate de plomb, sulfate de baryt usw.

Dieser kurze Überblick über die Systematik der chemischen Körper genügt, um den bedeutenden Fortschritt erkennen zu lassen; an Stelle der irrigen Annahmen und regellosen Trivialbezeichnungen trat nunmehr eine richtige Auffassung der qualitativen Zusammensetzung der Körper und eine dieser entsprechenden rationellen Benennungsweise, die erst später von Berzelius bedeutend erweitert wurde. — Außer diesem hauptsächlichen Verdienst hat Morveau durch gute Übersetzungen von Werken Bergmanns, Scheeles und Blacks zur Kenntnis der Leistungen dieser Männer erheblich viel beigetragen.

Die literarischen Leistungen Morveaus sind teils in dem Journal de Physique und den Annales de Chimie niedergelegt; von selbständigen Werken seien hier angeführt: „Digressions académiques ou Essais sur quelques sujets de Physique, de Chimie et d'histoire naturelle“, ferner „Elements de chymie . . ., pour servir aux Cours publics de l'Académie de Dijon“ und zuletzt „Description compléte des procédés de désinfection“.

Claude Louis Berthollet wurde 1748 in Talloire, einem kleinen Orte in der Nähe von Annecy, geboren; in seiner Vaterstadt erhielt er die erste Ausbildung und bezog 1770 die Universität zu Turin, um dort seine medizinischen Studien zu beginnen. Nach seiner Promotion ging er nach Paris, wo er die Stelle eines Leibarztes bei dem Herzoge von Orleans antrat. Die freie Zeit, welche Berthollet in dieser Stellung hatte, benutzte er zu chemischen Studien und der Ruf, den er sich als geschickter Chemiker zu erringen wusste, brachte ihm die Mitgliedschaft der französischen Akademie. Im Jahre 1784 wurde ihm die Inspektion über die Färberei

Berthollet.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

übertragen; in dieser Stellung beschäftigte er sich überaus eifrig mit den Forschungen in der Chemie und Technik, und seine größten Arbeiten datieren wohl gerade aus dieser Periode. Neben der Ausübung wissenschaftlicher Tätigkeit suchte Berthollet die Technik in der Praxis mehr zu verwerten, so verbesserte er z. B. die Verfahren zur Salpeter- und Stahlbereitung derart, daß diese Industriezweige bald zu einer hohen Blüte gelangten. Vor allem zeichnete Berthollet ein großes Rechtlichkeitsgefühl und ein ehrenhafter Charakter aus, der selbst in den wildesten Revolutionsstürmen sich nicht verleugnete, und der Gegensatz seiner immer furchtlosen Biederkeit zu dem Kampfe der schlechtesten Leidenschaften, welche die damaligen Häupter befleckten, konnte für ihn nur dadurch ohne gefährliche Folgen bleiben, weil seine Unentbehrlichkeit zu allgemein bekannt war. 1794 erhielt er die Professur an der Normal- und Polytechnischen Schule in Paris, 1796 konnte er bei wichtigen Missionen Napoleons in Italien und Ägypten und bei gemeinnützigen Untersuchungen sein organisatorisches Talent betätigen. Berthollet kam zu hohen Ehren und wurde durch Verleihung von Ehrenstellen, Orden und den Grafentitel ausgezeichnet. Wir wollen zu seiner Ehre sagen, daß Berthollet, trotz der großen Ehrenbezeugungen, niemals seinen offenen Charakter verleugnete, er wurde weder ein Schmeichler noch ein Höfling. Die letzten Jahre seines Lebens verbrachte Berthollet zu Arceuil, einem Dorfe bei Paris; sein Haus war der Sammelplatz der ausgezeichnetsten Gelehrten, welche sich unter seinem Präsidium zu einer besonderen Gesellschaft, der „Société d'Arceuil", vereinigten. Von 1807 bis 1817 gab diese Sozietät ihre Schriften heraus, worunter sich Abhandlungen von ersten Forschern unserer Wissenschaft befinden. — Im Jahre 1818 von Ludwig XVIII. zum Pair ernannt, wurde seinem Leben, welches durch fruchtbare wissenschaftliche Tätigkeit, durch Erprobung ehrenhafter Gesinnung unter den schwierigsten Umständen ihm achtungsvolles Andenken in jeder Beziehung sichert, durch den Tod, der 1822 nach längerem schmerzhaften Krankenlager eintrat, ein Ende bereitet.

Anfangs Phlogistiker hat sich Berthollet im Jahre 1785 offen für die Theorien Lavoisiers erklärt. Bezüglich seiner Experimentaluntersuchungen sind einige von besonders großer Wichtigkeit; wir erinnern z. B. an seine Arbeiten über Ammoniak, Blausäure, Schwefelwasserstoff, über chlorsaures Kali, ferner über die praktische Verwendung des Chlors. Einschneidender wie die eben genannten sind seine Forschungen über die chemische Affinität, und verweisen wir auf sein Werk: „Essai de statique chimique".

Der Einfluß, welcher von dem dies Gebiet behandelnden Werke ausgegangen ist, war schon zu damaliger Zeit ein mächtiger und hat sich noch bis in unsere Zeit geltend gemacht.

Die Grundzüge seiner Affinitätslehre sollen im Zusammenhang mit den durch dieselbe veranlaßten Arbeiten Prousts, die zur Erkenntnis der festen chemischen Proportionen führten und demnach der Entwicklungsgeschichte der Atomtheorie angehören, dargelegt werden.

Von seinen literarischen Leistungen, die eine große Menge von Abhandlungen umfassen, seien hier folgende registriert: „Observations sur l'air" (1766). — „Elements de l'art de teinture" (1791). — „Description du blanchissement . . . par l'acide muriatique oxygène etc." (1795). Über die chemische Verwandtschaft schrieb er (1810) „Recherches sur les lois de l'affinité". Viele Arbeiten wurden teils in den Memoiren der Pariser Akademie 1780—1787, teils in den Annales de Chimie, deren Mitherausgeber er war, und in den Annales de Chimie et de Physique (1816) u. a. veröffentlicht.

Anton Franz Fourcroy wurde 1755 zu Paris geboren; einer edlen, aber wirtschaftlich heruntergekommenen Familie angehörend, wuchs er in der drückendsten Armut auf und war schon in seiner frühesten Jugend darauf angewiesen, seinen Lebensunterhalt selbst zu bestreiten. Trotz aller Schwierigkeiten begann er das Studium der Medizin. Seine Arbeiten auf medizinischem und naturhistorischem Gebiete trugen ihm schon im Jahre 1785 die Ehre ein, in die französische Akademie aufgenommen zu werden, nachdem er ein Jahr zuvor die Professur am Jardin des plantes als Nachfolger Macquers übernommen hatte. Während der Revolution war Fourcroy im Komitee des öffentlichen Unterrichts und fand später ausgiebige Gelegenheit die als Lehrer gesammelten Erfahrungen verwerten zu können. Unter dem Konsulat trat er an die Spitze des Unterrichtswesens, welches nach seiner Idee mit vorwiegender Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Studien reorganisiert wurde, und es ist wohl ihm zu verdanken, daß die Chemie gerade in Frankreich die herrlichsten Blüten entfaltete. In Anerkennung seiner Bemühungen ernannte ihn Napoleon zum Reichsgrafen. Seine Gesundheit kam infolge zu anstrengenden Arbeitens sehr herunter und so trat im Jahre 1809 plötzlich der Tod ein.

Fourcroy verstand es, als anregender Lehrer, seine Schüler für die Chemie zu begeistern; auch durch seine literarische Tätigkeit trug er viel dazu bei, daß besonders die antiphlogistische Lehre immer mehr Verbreitung fand. Die auf Chemie bezüglichen Artikel, die er seit 1797 für die

Anton Franz Fourcroy.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

„Encyclopédie méthodique“ bearbeitete, enthalten eine Verherrlichung der antiphlogistischen Chemie, welche er im Übereifer „chimie française“ nannte. Nicht zu vergessen ist, daß er an der Gründung der polytechnischen und medizinischen Schule, sowie der École centrale und des naturhistorischen Museums hervorragenden Anteil hatte.

Wir haben Fourcroy hauptsächlich wegen seiner organisierenden und lehrenden Tätigkeit aufzuführen und wenn seine experimentellen Arbeiten auch nichts Besonderes zu Tage förderten, so dienten sie doch gewissermaßen als Vorarbeiten auf manchem Gebiete, wie z. B. auf dem der physiologischen und pathologischen Chemie.

Die meisten seiner Experimentalarbeiten sind in den „Annales de Chimie“ veröffentlicht, an deren Gründung Fourcroy auf Anregung Lavoisiers zugleich mit Berthollet und Guyton de Morveau beteiligt war. Im Jahre 1789 traten diese Annalen ins Leben und bildeten, nachdem sie die Stürme der Revolution überdauert hatten, den Sammelpunkt der Chemiker und zugleich das Hauptorgan der antiphlogistischen Lehre. Die Memoiren der alten französischen Akademie erschienen im Jahre 1789 zum letzten Male, und vier Jahre später wurde die Akademie selbst aufgehoben, um durch das Institut national ersetzt zu werden, aus welchem nunmehr die Académie française hervorgegangen ist.

Von seinen größeren Werken, in welchen Fourcroy seine antiphlogistischen Lehren niederlegte, erwähnen wir sein „Système des connaissances chimiques“ und seine „Philosophie chimique“, ferner ist noch hervorzuheben seine „Philosophie chymique ou verités fondamentales de la philosophie moderne“ (1792).

Nach dem Tode Lavoisiers wurde die Chemie durch die drei oben besprochenen Forscher vertreten, denen sich als jüngerer Vauquelin anschloß. Durch seine vortrefflichen Arbeiten auf dem Gebiete der quantitativen Analyse sowie die festere Begründung der antiphlogistischen Lehre hat er sich in der Geschichte der Chemie einen Namen erworben.

Louis Nicolas Vauquelin, als Sohn eines Landmannes zu Hibertot in der Normandie im Jahre 1763 geboren, trat zu Rouen bei einem Apotheker in die Lehre, wo er Gelegenheit hatte, mit der Chemie bekannt zu werden. Nach Absolvierung seiner Lehrzeit ging er nach Paris; dort hatte Vauquelin das Glück, im Laboratorium Fourcroys als Gehülfe arbeiten

zu können. Hier kam ihm sein ausgezeichnetes Talent sehr zu statten, denn in verhältnismäßig kurzer Zeit war er nicht mehr Gehülfe, sondern Mitarbeiter Fourcroys. Durch seine glänzenden Untersuchungen erregte er die Aufmerksamkeit seiner Berufsgenossen und schon 1791 wurde er als Mitglied in die Pariser Akademie aufgenommen. Nach der Auflösung dieses Institutes (1793) war er in verschiedenen ehrenvollen Stellungen erfolgreich tätig, so z. B. ging er als Vorsteher der Apotheken an das Militärhospital zu Melun; 1794 nach Paris zurückgekehrt, nahm er tatkräftigen Anteil an der Leitung des Bergbaues, zugleich bekleidete er die Stelle eines Professors der Chemie an der „École des mines", dozierte an der technischen Schule, leitete die Inspektion über das Probierverfahren bei der Münze und schließlich wurde er im Jahre 1795 bei der Errichtung des Nationalinstituts zu dessen Mitglied ernannt. Napoleon nahm ihn 1802 in die Ehrenlegion auf. Später vertauschte Vauquelin seine Bergbauinspektorstelle mit der eines Professors der Chemie an dem „Collège de France" und gleichzeitigen Direktors der neu errichteten Spezialschule für Pharmazie. Später zum Professor der Chemie an dem Jardin des plantes ernannt, erhielt er nach Fourcroys Tode, für dessen Hinterbliebenen er sorgte, einen Ruf als Professor der Chemie an der medizinischen Fakultät zu Paris (1811).

Vauquelin hatte außer seinem hervorragenden Talent auch einen überaus praktischen Sinn; hervorgehoben möge sein, daß er mit Vorliebe die Bereitung chemischer Präparate im Großen betrieb und solche an die meisten Chemiker Frankreichs in fertigem Zustande abgab. Sein Laboratorium war durchwegs sehr gut besucht und finden sich unter seinen Schülern bedeutende Chemiker Frankreichs und Deutschlands.

Obwohl Vauquelin im Jahre 1822 aller dienstlichen Pflichten enthoben wurde, widmete er sich doch unausgesetzt der Wissenschaft, was seine hervorragenden Abhandlungen aus den letzten Jahren seines Lebens bestätigen.

Bei einem Besuch in seinem Geburtsort überfiel ihn eine lange, schwere Krankheit, der er gegen Ende des Jahres 1829 unterlag.

Über seinen Charakter urteilt Kopp in seiner Geschichte der Chemie (S. 351) folgendermaßen: „Ein ausgezeichneter Charakter, wußte sich Vauquelin von allen Umtrieben, welche zu seiner Zeit in Frankreich die Gemüter bewegten, frei zu halten, in welcher Weise er mit seltener Vielseitigkeit die verschiedenen Zweige der Chemie förderte, und in einem Zeitraume von beinahe fünfzig Jahren mit der Wissenschaft fortzuschreiten wußte, deren Anforderungen seine Arbeiten jederzeit Genüge leisteten.

N. L. Vauquelin.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Unter den vielfachen Arbeiten, durch welche er sich einen ausgezeichneten Rang schon unter den ersten Anhängern der antiphlogistischen Theorie zu erwerben und sein Ansehen durch stets fortgesetzte neue Leistungen sich so lange ungeschwächt zu erhalten wußte . . .“

Seine Arbeiten, die sich sämtlich durch Sorgfalt und peinliche Genauigkeit auszeichneten, bewegen sich auf dem Gebiete der anorganischen, organischen, synthetischen und analytischen Chemie. Besonders seine Untersuchungen von Mineralien sind hervorragend, weshalb wir die diesbezüglichen Arbeiten zunächst hier anführen wollen.

Als Professor an der École des mines hatte sich Vauquelin mit Hauy, einem der bedeutendsten Mineralogen seiner Zeit, mit der Analyse von Mineralien befaßt. Seine diesbezüglichen Untersuchungen förderten die Entwicklung der mineralogischen Chemie außerordentlich dadurch, daß sie zur Entdeckung neuer Körper des Chroms und der Beryllerde, die er zuerst als neue Stoffe erkannte, führten. Erinnert möge daran sein, daß Vauquelin schon seit 1789 bestrebt war, den sibirischen roten Bleispat zu zerlegen, ohne daß es ihm damals gelungen wäre, den darin mit Bleioxyd verbundenen Stoff genauer zu erkennen; erst 1797 glückte es ihm, die in jenem Mineral an Bleioxyd gebundene Säure auch auf andere Salzbasen zu übertragen. Er zeigte, daß diese Säure die Sauerstoffverbindung eines neuen Metalls ist, dem er wegen der schönsten Farbe von allen seinen Verbindungen den Namen „Chromium“ beilegte. Was seine Untersuchungen über das Chrom betrifft, möge hervorgehoben werden, daß dieselben nicht nur äußerst vollständig sind, sondern die meisten und wichtigsten Eigenschaften dieser Substanz und ihrer Verbindungen durch ihn festgestellt wurden.

Von seinen anderen Arbeiten auf anorganischem Gebiete mögen angeführt werden zunächst die über den Alaun (1797), worin er die Notwendigkeit eines Kaligehalts dartat, ferner die Untersuchungen der unterschwefligsauren Verbindungen, die Publikation der Trennungsmethoden des Platins, Palladiums, Rhodiums, Iridiums und Osmiums (1813—1814). Im Jahre 1818 arbeitete Vauquelin über die Verbindung des Cyans, wobei er zuerst die Cyansäure wahrnahm.

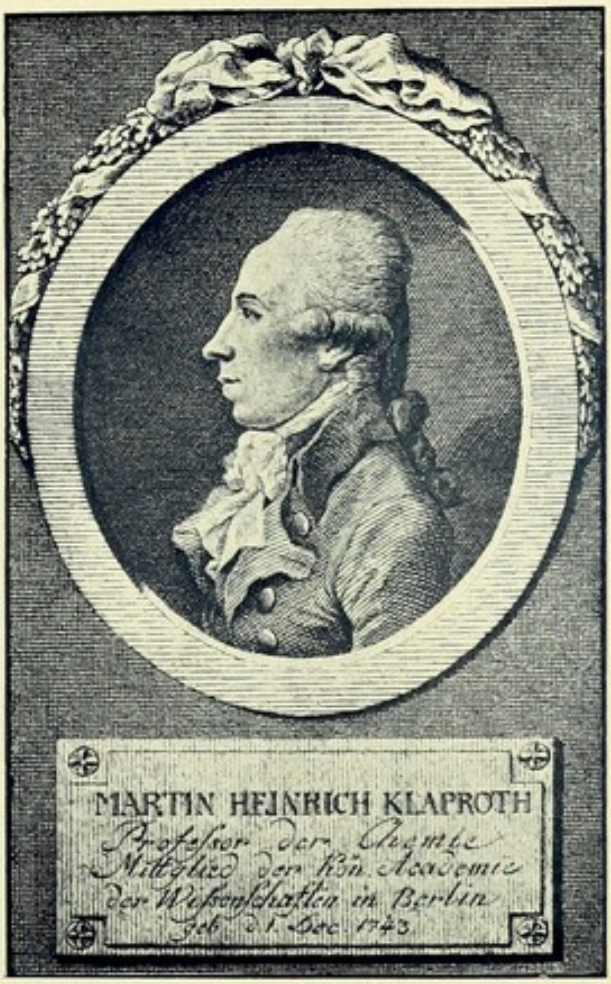
Außer der letzten Arbeit, die dem organischen Gebiete angehört, entdeckte Vauquelin noch das Asparagin, die Kamphersäure und andere Stoffe, vor allem die Chinasäure (1806). Wie schon oben erwähnt wurde, arbeitete Vauquelin mit Fourcroy und anderen Chemikern zusammen; die Resultate wurden denn auch gemeinschaftlich veröffentlicht. Die Mehrzahl

dieser gemeinschaftlichen Leistungen geht auf die Untersuchung der verschiedenen Säfte des tierischen Körpers und von Vegetabilien; von diesen sind wohl am bedeutendsten die Entdeckung der Benzoësäure in dem Harn von Tieren (1798) und dem Harnstoff, den sie 1799 zuerst in reinerem Zustande erhielten. Im Jahre 1800 fanden sie, daß die durch trockene Destillation des Holzes erhaltene Holzsäure nur mit brenzligem Öle verunreinigte Essigsäure sei. So erklärten sie 1802 die Ameisensäure für ein Gemisch aus Essigsäure und Äpfelsäure, 1806 die Milchsäure für eine Verbindung von Essigsäure mit tierischen Stoffen. Von den anderen Chemikern außer Fourcroy, mit denen Vauquelin zusammenarbeitete, seien genannt Bouillon de la Grange (über die Kamphersäure 1797), Buniva (die Entdeckung der Allantoinsäure 1801), Robiquet (das Asparagin 1806).

Aus Vorstehendem haben wir zur Genüge ersehen, daß Vauquelin ein ganz bedeutender Chemiker seiner Zeit war und stets darnach trachtete, jüngeren Chemikern das richtige Interesse für die Wissenschaft einzuflößen und sie in die literarische Welt einzuführen.

Was seine Publikationen betrifft, so war Vauquelin Mitherausgeber der „Annales de Chimie“ (1791), welches Journal er mit zahlreichen Arbeiten unterstützte; er war auch Mitarbeiter der „Annales de chimie et de physique“, die noch in seinem Sterbejahre Mitteilungen von ihm enthalten. Seine Untersuchungen über die Mineralien sind meistens im „Journal des mines“ veröffentlicht; ferner waren es folgende Zeitschriften, in denen Vauquelin seine Untersuchungen publizierte; das „Journal de Physique“, Fourcroys Zeitschrift „La Médecine éclairée par les sciences physiques“, das „Bulletin de la société philomathique“ (1788), das „Journal de la société des Pharmaciens de Paris“ (1797), das „Bulletin de Pharmacie“ (1815), „Journal de chimie médicale“ (1825), „Mémoires du Muséum d'histoire naturelle“ (1815) und die „Annales des sciences naturelles“. Von seinen selbständigen literarischen Werken, nur sehr wenigen an der Zahl, möge eine in den „Annales de chimie“ (1799) erschienene „Anleitung zur chemischen Analyse“ erwähnt werden, um so mehr, als sie durch eine deutsche Übersetzung Beachtung und Verbreitung in weiteren Kreisen gefunden hat. In amtlichem Auftrage gab Vauquelin sein „Manuel de l'essayeur“ im Jahre 1812 heraus. Unter den Anhängern Lavoisiers, die zwar tüchtige Experimentaluntersuchungen, jedoch keinerlei Arbeiten von Bedeutung geliefert haben, seien hier der Vollständigkeit halber genannt Pelletier, Gengembie, Bayen, Parmentier u. a.

Louis Proust, der Altersgenosse Fourcroys, welcher durch seine wichtigen Arbeiten, die die Lehre von den chemischen Proportionen be-



(Kgl. Kupferstich-Kabinett, Berlin.)

gründen halfen, haben wir in einem späteren Abschnitte gebührend zu berücksichtigen.

Werfen wir zunächst unseren Blick auf den Zustand der Chemie in Deutschland am Ende des 18. Jahrhunderts!

So schnell wie in Frankreich gewann die antiphlogistische Strömung in Deutschland keinen festen Boden; erst im letzten Jahrzehnt des 18. Jahrhunderts ließ der Kampf gegen die neuen Anschauungen nach und wurden solche anerkannt. Von den Chemikern, die zu der Zeit lebten und sich durch die Verbreitung des antiphlogistischen Systems besonders verdient gemacht haben, ist an erster Stelle Klaproth zu nennen. Auch Richter dürfen wir zu erwähnen nicht vergessen, indem er insofern einen wichtigen Anteil an der Entwicklung der allgemeinen Chemie hatte, als er die Stöchiometrie begründete. Seine diesbezüglichen Forschungen sind ganz besonders als wichtige Vorarbeiten der chemischen Atomtheorie zu betrachten, und werden wir bei der Einleitung zu letzterem Zweige dieselben näher behandeln.

Deutschland hat aber noch mehr Chemiker, wenngleich dieselben keine Untersuchungen von allgemeiner Bedeutung zu Tage gefördert haben, die aber desto mehr einzelne Gebiete in der Chemie erfolgreich bearbeiteten, es sind dieses: Buchholz, Trommsdorff, Wiegleb, Westrumb, welchen wir in der speziellen Geschichte ebenfalls ihre Plätze anweisen werden.

Von den deutschen Chemikern, welche zuerst das antiphlogistische System anerkannten, seien Hermbstädt und Girtanner besonders hervorgehoben, denn sie trugen durch ihre Abhandlungen wesentlich dazu bei, die neue Lehre in ihrem Vaterlande zu verbreiten.

Es tritt an uns nunmehr die Aufgabe heran, denjenigen deutschen Chemiker, der unbestreitbar unter die ersten Förderer der Chemie zählt, in entsprechender Weise zu ehren und seine Arbeiten ausführlich zu behandeln.

Martin Heinrich Klaproth, 1743 zu Wernigerode am Harz geboren, absolvierte in seinem Heimatsort die Stadtschule und widmete sich alsdann dem Apothekerstande; er siedelte nach Quedlinburg über, wo er sieben Jahre in einer Apotheke als Lehrling und Gehülfe konditionierte. Wenn ihm hier an wissenschaftlicher Ausbildung wenig oder gar nichts geboten wurde, so hatte Klaproth in Hannover, wo er sich von 1766 bis 1768 als Gehülfe aufhielt, mehr Glück, indem er sich mit besseren Lehrbüchern vertraut machte, die in ihm den Sinn für wissenschaftliches Studium weckten. Nunmehr hegte er den Wunsch, nach Berlin zu gehen,

wo sich Gelegenheit bot, bei einem Apotheker Stellung zu finden und somit die Vorlesungen der bedeutenden Lehrer wie Pott und Marggraf hören zu können. Sein ganzes Bestreben ging dahin, sich sowohl in der Chemie gründliche Kenntnisse anzueignen, als auch die allgemeine wissenschaftliche Bildung nach Möglichkeit zu vervollständigen. Im Herbst 1770 verließ Klaproth Berlin, um eine Stelle in Danzig anzunehmen. Diese Position war jedoch nicht von langer Dauer, denn schon im nächsten Frühjahr kehrte er nach Berlin zurück und fand einen Gehülfenposten in der Apotheke von Valentin Rose, welcher als Chemiker ein großes Ansehen genoß. Schon nach kurzer Zeit entspann sich zwischen den beiden ein freundschaftliches Verhältnis, welches aber leider schon ein Jahr darauf durch den Tod Roses aufgelöst wurde. Von nun an übernahm Klaproth die Verwaltung der Apotheke und hatte die beiden Söhne seines verstorbenen Chefs, von denen der eine ebenfalls ein tüchtiger Chemiker geworden ist, zu überwachen. In dieser selbständigen Stellung konnte er sich noch mehr wie früher den chemischen Untersuchungen hingeben. Durch Veröffentlichung mehrerer interessanter Arbeiten kam er bald in den Ruf eines tüchtigen Analytikers. 1780 richtete er sich ein eigenes Laboratorium ein, und die Anerkennung, die er in seiner nächsten Umgebung fand, erleichterte ihm noch mehr seine wissenschaftlichen Bestrebungen. Im Jahre 1782 wurde Klaproth Mitglied des Sanitätskollegiums, 1787 trat er in die Akademie der Künste zu Berlin ein, und schließlich wurde er 1788 in die Akademie der Wissenschaften als Mitglied aufgenommen.

Unser Forscher erhielt nunmehr auch die Professur der Chemie an der Artillerieschule und an anderen Instituten, wo er über die Scheidekunst Vorlesungen hielt. Im Jahre 1809 wurde die Universität zu Berlin errichtet, bei welcher Gelegenheit Klaproth zum ordentlichen Professor der Chemie berufen wurde. Anfang des Jahres 1817 beschloß er sein tätiges, der Wissenschaft mit dem glänzendsten Erfolge gewidmetes Leben.

In Klaproth sehen wir einen Gelehrten, welcher auch als Mensch in jeder Beziehung tadellos dasteht; frei von aller Selbstsucht, aller Anmaßung, zeigt er sich stets als ein rechtlicher und wohlwollender Charakter in seinem Privatleben sowohl als auch in seinem wissenschaftlichen Auftreten. Kein Geringerer wie A. W. Hofmann urteilt über Klaproth in den „Chem. Erinnerungen aus der Berliner Vergangenheit“ (S. 25) folgendermaßen: „Von einer Bescheidenheit, der jede Überhebung fern liegt, voll Anerkennung für die Verdienste anderer, rücksichtsvoll für fremde Schwäche, aber von unerbittlicher Strenge in der Beurteilung der eigenen Arbeit, hat uns Klaproth für alle Zeiten das Vorbild eines echten Naturforschers gegeben.“

Wie schon oben hervorgehoben, hat sich Klaproth um die Anerkennung der antiphlogistischen Theorie in Deutschland vorzüglich verdient gemacht, denn in keinem anderen Lande hatte sich die phlogistische Richtung so eingewurzelt, wie in Deutschland. Dieses mochte wohl auch seinen Grund darin haben, daß die deutschen Chemiker aus Nationalgefühl an der Lehre ihres Landsmannes Stahl festhielten und sich gegen die Annahme der modernen „Chimie française" sträubten. Klaproth war es, welcher durch sein freies Urteil die Klippe beseitigt hatte, indem er die Streitfrage, ob die Hypothese des Phlogistons beizubehalten sei oder nicht, einer eingehenden Prüfung unterzog. Als er im Jahre 1792 der Akademie anempfahl, die Versuche über Verbrennung und Verkalkung einer genauen Revision zu unterwerfen, wurde bei dieser Gelegenheit die Lehre Lavoisiers als richtig befunden, und von nun an wurden mit Klaproth die Mitglieder der naturwissenschaftlichen Sektion der Akademie zu Anhängern der antiphlogistischen Lehre. Dieses Beispiel verfehlte seine Wirkung nicht, denn in verhältnismäßiger Zeit paßte sich die Mehrzahl der ausgezeichnetsten deutschen Chemiker der neuen Strömung an. Auch die der Chemie fernstehenden Naturforscher nahmen in dem Kampfe der Theorien Stellung zu denselben, wie denn der auf so vielen Gebieten bewanderte Alex. von Humboldt sich im Jahre 1793 offen für die Lehren Lavoisiers aussprach.

Ähnlich wie Vauquelin führte Klaproth genauere Methoden in der chemischen Analyse ein; entgegen der Handlungsweise früherer Chemiker, die den Verlust oder Überschuß, die bei einer analytischen Arbeit entstehen, einfach ausglichen, stellte er genau die Menge der Differenzen fest und nahm solche in Berücksichtigung. Klaproth war es ferner, welcher sich nicht lediglich darauf beschränkte, nicht nur die eigene Überzeugung über die Zusammensetzung der Verbindungen bekannt zu geben, sondern er legte vor allem die Einzelheiten der Untersuchungen dar, womit nunmehr ein Maßstab für die Genauigkeit der Analyse gegeben wurde.

Bei der Schärfe seiner Beobachtungen entdeckte Klaproth zuerst das Uran (1789), indem er bei seiner Untersuchung der Pechblende darin ein neues Metalloxyd beobachtete, welches er auch im metallischen Zustande darstellte; gleich darauf die Zirkonerde und im Jahre 1795 bekam er Kenntnis vom Titan, einem eigentümlichen, in rotem Schörl enthaltenen Metall. Ferner ist noch zu erwähnen seine Entdeckung vom Cer im Jahre 1803, welches er zuerst Oehroit nannte.

Klaproth beschränkte sich nicht nur auf eigene Arbeiten, sondern war bestrebt, die Entdeckungen anderer Chemiker weiter auszuarbeiten und

genauere Angaben und die betreffenden Eigentümlichkeiten nachzuweisen; so z. B. zeigte er 1793 die Verschiedenheit der Strontianerde von dem Baryt, 1798 die Eigentümlichkeit des 1782 von Müller v. Reichenstein zuerst erkannten Tellurs, 1798 die des von Vauquelin entdeckten Chroms, 1799 der von letzterem entdeckten Glycerinerde und zuletzt im Jahre 1801 der von Gadolin angezeigten und von Ekeberg nachgewiesenen Yttererde.

Klaproths Experimentaluntersuchungen sind in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht, deren Mitarbeiter er war, und zwar in den „Denkschriften der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde“ (gestiftet 1773; ihre Schriften sind von 1775 an unter öfters verändertem Titel erschienen), „Crells chemische Annalen“, „Die Denkschriften der Berliner Akademie“ (1786), „Köhlers bergmännisches Journal“ (1788), „Selles Neue Beiträge zur Natur- und Arzneiwissenschaft“ (1782), „Berliner Jahrbuch der Pharmazie“, „Höpfners Magazin zur Naturkunde Helvetiens“. Klaproth selbst sammelte die zerstreuten Beiträge in dem fünfbändigen Werke: „Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper (1795 bis 1810), welches durch einen sechsten Band: „Chemische Abhandlungen gemischten Inhalts“ 1815 abgeschlossen wurde. Auch sonst war er literarisch tätig, so durch Herausgabe des mit Wolff gemeinschaftlich redigierten chemischen Wörterbuches (5 Bände, 1807—1810) und durch Bearbeitung der Werke anderer; z. B. „Grens Handbuch der Chemie“ (1806).

Wir sehen aus vorstehendem, daß Klaproth es war, welcher die chemische Forschung in Deutschland auf richtige Bahnen wies; insbesondere trugen die Neugründung bedeutender Zeitschriften zur Förderung unserer Wissenschaft außerordentlich viel bei; außer den oben schon erwähnten Journalen mögen hier noch aufgeführt sein „Chemische Annalen von L. v. Crell“, „Scherers Allgemeines Journal der Chemie“, welches seit dem Jahre 1803 mit jenen Annalen vereinigt wurde; ferner die von Gren und Gilbert im Jahre 1798 begründeten „Annalen der Physik“, welche seit 1825 als „Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie“ erschienen.

Somit haben wir den Zustand der chemischen Wissenschaft in Deutschland gegen Ende des 18. Jahrhunderts zu schildern versucht und wollen nunmehr in England und Schweden auch ein wenig Rundschau halten. Die bedeutendsten Chemiker, die zur Zeit Lavoisiers in England und Schweden lebten, wie Black, Cavendish, Priestley, Scheele und Bergmann waren sämtlich, mit Ausnahme des ersteren, Gegner der anti-

phlogistischen Theorie. Trotzdem Cavendish durch seine Entdeckungen den Sturz der Phlogistonlehre herbeigeführt hat, konnte er sich doch nicht dazu entschließen, dieser Theorie zu entsagen. Wie diese erwähnten Gelehrten, so gab es noch verschiedene englische Forscher, die bestrebt waren, die phlogistische Hypothese so lange zu halten, als es überhaupt nur möglich war. Wir führen hier die Namen solcher Leute an: Henry, Kirwan, Hatchett und bemerken, daß hauptsächlich Kirwan es war, der die Ansicht, dass Phlogiston mit Wasserstoff identisch sei, mit aller Energie verteidigte, bis er doch endlich, von dem Gegenteile überzeugt, der neuen Theorie beitrat. Der erste Anhänger der antiphlogistischen Lehre war Lubbock, welcher dieselbe schon im Jahre 1784 anerkannte. Wichtiges über die Leistungen der oben angeführten Chemiker hätten wir weiter nicht zu bemerken, obwohl sie für die Wissenschaft stets tätig waren. Ihr Landsmann Dalton, dessen Einfluß auf die Chemie um die Wende des 18. Jahrhunderts datiert, hat umso bestimmter einen neuen Weg beschritten, auf dem seit Beginn des 19. Jahrhunderts die chemische Forschung weitergegangen ist: neue Gebiete entdeckend und erobernd.

Nach dem Tode der beiden Gelehrten Bergmann und Scheele hatte Schweden eigentlich keinen hervorragenden Forscher mehr aufzuweisen; wir möchten aber an dieser Stelle die Chemiker Ekeberg und Gahn nennen, welche wohl die Hauptvertreter der analytischen und mineralogischen Chemie waren. Aber bei Beginn des 19. Jahrhunders begegnet uns ein Mann, man kann ihn ruhig als den Heros der Wissenschaft bezeichnen, es ist Berzelius. Mit ihm kam eine überaus reiche Zeit an wissenschaftlichen Taten auf allen Gebieten der chemischen Wissenschaft. Seine Altersgenossen Dury und Gay-Lussac assistierten ihm in der Entwicklung der Chemie in kraftvollster Weise. Die von Dalton aufgestellte Atomlehre, der die Theorie von den chemischen Proportionen zugrunde lag, gewährte der Chemie den besten Stützpunkt.

Wir wollen nunmehr zur Entwicklung der Lehre von den chemischen Proportionen, zu Daltons Atomtheorie übergehen. Von altersher ist die Idee von Atomen als letzte Bestandteile in spekulativen Köpfen aufgetaucht, ohne daß eine chemische Atomlehre zustande gekommen wäre. Erst als der geniale John Dalton eine Reihe von Tatsachen zur Voraussetzung von Atomen anführte und durch die Annahme letzterer eine Reihe von Beobachtungen befriedigend erklärte, konnte man sagen, daß eine chemische Atomtheorie gegründet worden ist. Bevor dieses wissenschaftliche Programm völlig gelöst werden konnte, mußte man den Begriff

chemische Proportionen, nach dem sich die einfachen zusammengesetzten vereinigen, an welcher Materie Richter und Proust schon vor Dalton gearbeitet hatten, richtig feststellen.

Richter hat durch die Tragweite seiner Untersuchungen die Lehre der chemischen Proportionen begründet, und Proust war es, dem der Nachweis gelungen ist, daß das Verhältnis, in welchem sich zwei Elemente chemisch verbinden, ein konstantes, und falls mehrere Verbindungen dieser Elemente bestehen, ein sprungweise veränderliches ist. An diese Beobachtungen schloß sich die Wahrnehmung Daltons, in welcher die Gesetze der multiplen Proportionen zusammengefaßt wurden, und aus der die atomistische Hypothese entsprang, auf welcher die chemische Atomlehre errichtet worden ist.

Jeremias Benjamin Richter, geboren 1762 in Hirschberg, war als Bergsekretär in Breslau angestellt und avancierte alsdann zum Bergassessor und Arkanisten an der Porzellanmanufaktur in Berlin, wo er im Jahre 1807 starb. Seine Versuche, durch welche vorwiegend die Gewichtsverhältnisse festgestellt werden sollten, nach denen sich Säuren mit Basen zu Salzen verbinden, sowie die daraus gezogenen Folgerungen legte er in seinen „Anfangsgründen der Stöchiometrie oder Meßkunst chemischer Elemente“ (1792—1794) und in seinem, in den Jahren 1782—1802 periodisch erschienenen Werke: „Über die neueren Gegenstände in der Chemie“ dar, welches zum größten Teile eine Fortsetzung seines erstgenannten Buches ist. (Vergl. Meyer, Geschichte der Chemie, S. 158 ff.) Richter konnte keinen kürzeren und passenderen Namen für die wissenschaftliche Disziplin, also für die Meßkunst ausfindig machen, als das Wort Stöchiometrie, vom griech. „stoicheion“ (*στοιχεῖον*), ein Etwas, welches sich nicht weiter zergliedern läßt, und „metrein“ (*μετρεῖν*) „Größenverhältnisse finden“. In seinem Werke: „Über die neueren Gegenstände der Chemie“ (1795, II, S. 66 viertes Stück) sagt Richter: „An die unmittelbare Folgerung, daß es bestimmte Größenverhältnisse zwischen den Bestandteilen der neutralen Salze geben müsse, schließt sich des weiteren die klare Erkenntnis, daß die verschiedenen Mengen von Stoffen oder „determinierter Elemente“, welche sich mit ein und derselben Menge eines bestimmten Stoffes — eines „determinierenden Elementes“ — zu neutralen Verbindungen vereinigen, unter sich stets in dem gleichen Verhältnis stehen, welches auch immer der zweite Stoff, das determinierende Element, sei“. Unter Determinierende und determinierenden Elementen versteht Richter die Mengen von Säure und Base, die sich gegenseitig neutralisieren. (Vergl. Ehrenfeld, Atomistik, S. 194 ff.)

Merkwürdig ist die Ausdrucksweise, deren sich Richter bedient; er sagt: „Wenn P die Masse eines determinierenden Elementes, wo die Massen seiner determinierenden Elemente a, b, c, d, e usw. sind, Q aber die Masse eines anderen determinierenden Elementes ist, wo die Massen seiner determinierenden Elemente α, β, γ, δ, ε usw. sind, doch so, daß jederzeit a und α, b und β, c und γ, d und δ, e und ε einerlei Elemente bezeichnen und sich die neutralen Massen $P + a$ und $Q + \beta$; $P + b$ und $Q + \gamma$; $P + c$ und $Q + \gamma$ usw. so durch die doppelte Verwandtschaft zerlegen, daß die daraus entstandenen Produkte wiederum neutral sind, so haben die Massen a, b, c, d, e usw. eben das quantitative Verhältnis untereinander, als die Massen α, β, γ, δ, ε oder umgekehrt."

Dieser Lehrsatz ist die Grundlage unseres heutigen Gesetzes der Proportionalität oder der Verbindungsgewichte, jenes Gesetzes, welches die Massenverhältnisse chemischer Verbindungen in ganz allgemeiner Weise regelt; daher nennt Richter seinen Lehrsatz einen „wahren Probierstein der angestellten, sich auf Neutralitätsverhältnisse beziehenden Versuche; denn wenn die empirisch aufgefundenen Verhältnisse nicht von der Beschaffenheit sind, wie sie das Gesetz der wirklich vorhandenen mit unveränderter Neutralität begleiteten Zerlegung durch die doppelte Verwandtschaft erfordert, so sind sie ohne weitere Untersuchung zu verwerfen und es ist alsdann in den angestellten Versuchen ein Irrtum vorgefallen."

Was die Arbeiten über Metallfällungen betrifft, bestimmte Richter die Mengen der Metalle, wie sie sich gegenseitig aus ihren Lösungen niederschlagen, und benutzte die erhaltenen Zahlen zur Ermittlung des Sauerstoffgehaltes der Oxyde; auch hier läßt seine Ausdrucksweise viel zu wünschen übrig, wenn er schreibt: „Wenn eine wässrige Auflösung eines metallischen Neutralsalzes durch ein gebrennstofftes metallisches Substrat, d. h. durch ein anderes Metall in metallischer Gestalt ausscheidet, sondern auch weder das auflösende saure Auflösungsmittel, noch das damit vergesellschaftete Wasser zerlegt wird, so verhalten sich die Lebensluftstoffmassen, die sich mit gleich großer Masse der metallischen Substrate verbinden müssen, um ihre Auflösung in Säuren möglich zu machen, umgekehrt wie die Massen (oder Gewichte) des abscheidenden und abgeschiedenen metallischen Substrats aus dem metallischen Neutralsalze." Und an anderer Stelle heißt es: „Die quantitative Ordnung spezifischer Neutralität der Metalle gegen die Vitriolsäure, richtet sich keineswegs nach der gewöhnlichen Ordnung, wie ein Metall durch das andere aus der Auflösung in der Säure abgeschieden wird, sie ist vielmehr mit der umgekehrten quantitativen Ord-

nung der Entbrennstoffung und respektiven Lebensluftstoffung vollkommen analogisch.“ (Vergl. Ehrenfeld, Chemische Atomistik, S. 195 ff.)

Trotz dieser weittragenden Entdeckungen, die Richters Arbeiten in sich schlossen, blieben dieselben anfänglich fast ganz unbeachtet, bis G. E. Fischer sich das Verdienst erwarb, die Beobachtungen seines Landsmannes in leicht verständlicher Form zusammenzufassen und die zerstreuten Zahlenwerte, welche Richter für die Mengen der sich verbindenden Basen und Säuren ermittelt hatte, übersichtlich zu der ersten Äquivalentgewichtstabelle zu vereinigen.

Fischer drückt sich in dieser Beziehung folgendermaßen aus: „Man darf nur die Verhältnismengen einer Säure gegen die verschiedenen alkalischen Grundlagen bestimmen; nachher ist es hinlänglich, die Verhältnismenge einer einzigen Verbindung von jeder anderen Säure mit einer alkalischen Grundlage kennen zu lernen, so erfährt man durch eine leichte Rechnung die Verhältnismengen der Säuren in allen übrigen Verbindungen.“

Wenn das Wort: „Äquivalent“ auch anfangs noch nicht gebraucht wurde, so war der Begriff desselben im Jahre 1803 durch Fischer festgestellt.

Ganz richtig sagt Kopp in seiner „Entwickelung der Chemie in der neueren Zeit“ (S. 252): „Wenige Beispiele bietet die Geschichte unserer Wissenschaft, wo in gleichem Maße wichtige und wohl bewiesene Wahrheiten längere Zeit übersehen wurden, und wo, als das Verdienst der Entdeckung derselben endlich zur Würdigung kam, es dem Entdecker noch geschmälert und zu erheblichem Teile mit Unrecht einem anderen zugesprochen wurde.“

Joseph Louis Proust, als Sohn eines Apothekers im Jahre 1755 zu Angers geboren, war Schüler Rouelles, konditionierte als Vorstand der Apotheke am Salpêtrière Hospital zu Paris, wo sich ihm die Gelegenheit bot, seine Kenntnisse zu verwerten; verschiedene Abhandlungen von ihm stammen aus dieser Zeit. Bald nachher erhielt Proust von der spanischen Regierung ein Anerbieten, die Professur der Chemie an der Artillerieschule zu Segovia zu übernehmen. Er machte seiner Stellung große Ehre, und vor allem andern profitierte die spanische Industrie von seinen hervorragenden Arbeiten. Seines Bleibens in Segovia war nicht von Dauer, denn schon 1789 bekam Proust einen Ruf als Professor an die Universität zu Salamanca, und einige Zeit später vertauschte er den bisherigen Lehrstuhl mit demjenigen an der Madrider Hochschule. Vom Könige mit allen möglichen finanziellen Mitteln unterstützt, konnte sich Proust ein eigenes

(Kupferstich-Kabinett, Berlin.)

Laboratorium, in welchem er die vorzüglichsten Arbeiten ausführte, einrichten. Doch war auch in dieser Beziehung das Glück nicht von Dauer. Während sich Proust auf einer Reise in Frankreich befand, hatten die Franzosen Madrid besetzt, und bei dieser Gelegenheit wurde sein Laboratorium gänzlich zerstört, seine Sammlungen wurden geplündert, kurz, sein Wohlstand war total vernichtet, und Proust war nunmehr entblößt in seinem eigenen Vaterlande. Nicht nur, daß er an materiellen Gütern Schaden gelitten hatte, war auch seine Gesundheit stark gesunken, so daß Proust das Anerbieten Napoleons, die von ihm gemachte Entdeckung des Traubenzuckers durch Anlegung einer Fabrik gegen eine bedeutende Gratifikation praktisch zu verwerten, ablehnen mußte. Er zog nach Craon in Mayenne, wo er sehr zurückgezogen und dürftig lebte, und verblieb dort, bis er im Jahre 1816 Mitglied der Pariser Akademie wurde. Zu bemerken ist, daß die Statuten behufs Aufnahme eines Mitgliedes so lauteten, daß die wirklichen Mitglieder in Paris ansässig sein mußten, doch bei Proust machte man eine Ausnahme. Das Einkommen dieser Stellung sowohl als auch die von Ludwig XVIII. bewilligte Pension setzten unseren Gelehrten in den Stand, nunmehr wieder sorgenfreier seinen wissenschaftlichen Neigungen zu leben; er kehrte nach seinem Geburtsorte Angers zurück und starb dort im Jahre 1826.

Die bedeutendsten Arbeiten wurden durch eine Reihe von Fragen veranlaßt, die Berthollet aufgeworfen hatte; seit 1798 erregten des letzteren „Untersuchungen über die Gesetze der Verwandtschaft", die in seinem Werke: „Essai d'une statique chimique" zusammengefaßt wurden, berechtigtes Aufsehen. Proust ging von dem Satze aus, die chemischen Vorgänge seien abhängig von den vorhandenen Massen, und gelangte zu dem Schlusse, daß eine aus zwei Körpern entstehende chemische Verbindung umsomehr von dem einen Körper eintreten müsse, je mehr davon disponibel sei, vorausgesetzt, daß nicht besondere Umstände dieser Massenwirkung im Wege stehen. (Vergl. Meyer, Geschichte der Chemie 1895, S. 161 ff.) Diese Untersuchungen waren von großer Wichtigkeit, und er suchte, nicht wie Berthollet, seine Ansicht über diesen Gegenstand durch spekulative Deduktionen annehmbar zu machen, sondern ließ sich nur von gemachten Erfahrungen in seinen Beweisführungen leiten.

Prousts Erfahrungen über die konstante Zusammensetzung der chemischen Verbindungen standen im offenen Widerspruch mit Bertholletes Grundsätzen; sie führten zu einer Diskussion die von 1801—1808 mit großem Scharfsinn beiderseits erfolgte. Das Resultat ergab den sicheren Nachweis der konstanten Verbindungsverhältnisse. An letztere knüpfen

sich Prousts Arbeiten über einzelne Metalle, so z. B. hat er über die Eigenschaften und Verbindungen sowie über die quantitative Zusammensetzung der letzteren genaue Werte angegeben. Angeführt mögen sein seine Beobachtungen zur Geschichte des Zinns (1800 und 1805), des Kupfers (1799, 1801 und 1804), des Eisens und Nickels (1803), des Antimons (1804), des Kobalts, Silbers und Goldes (1806), des Quecksilbers (1815).

Wenn somit die anorganische Chemie mit neuen Tatsachen bereichert wurde, so hat Proust die organische Abteilung unserer Wissenschaft keineswegs vernachlässigt, denn auch sie verdankt unserem Forscher mehrere hervorragende Aufschlüsse. Hierher gehören vor allem seine Arbeiten über die Metalle bezw. die Untersuchungen ihrer Salze mit organischen Säuren, und die von ihm erhaltenen analytischen Resultate, z. B. das von ihm erhaltene Resultat der Verbindung des Kupfers mit Essigsäure, bewiesen seine Genauigkeit.

Bei seinen Arbeiten über Zucker (1806 und 1809) unterschied er den Traubenzucker im Honig von dem gewöhnlichen Zucker; außer vielen Verbindungen der Blausäure, die er kennen lernte, sind seine Untersuchungen über Käse (1818), in welchem er die Käsesäure und das Käseoxyd als eigentümliche Substanzen zu unterscheiden wußte, bemerkenswert. Nicht zu vergessen sind seine Untersuchungen über den Harnstoff (1803), das Ferment (1806), den Kleber (1818), den Urin (1820).

Wenn nun Proust auf beiden Gebieten, dem organischen und anorganischen, sehr viel geleistet hat, so erübrigt es uns noch, auch seinen gemeinnützigen Sinn besonders hervorzuheben, den er dadurch bekundete, daß er seine chemischen Kenntnisse auch auf sozialem Gebiete zu verwenden wußte. Durch Einführung der Gelatine suchte er die Nahrungsmittel der Soldaten und ärmeren Bevölkerung zu verbessern; zu diesem Zwecke veranstaltete er auch über isländisches Moos und andere Stoffe eingehende Untersuchungen, die damals in den weitesten Kreisen große Beachtung fanden.

Proust veröffentlichte seine Publikationen größtenteils in dem „Journal de Physique“ von 1777 an, ferner in den „Annales de Chimie et de Physique“.

Hiermit schließen wir die Biographie über Proust ab. Bevor wir zu der sich hier eng anschliessenden Daltonschen Atomtheorie übergehen, müssen wir uns mit der Erkenntnis der theoretischen Gesetze über die Zusammensetzung chemischer Verbindungen kurz befassen.

Proust geht von einer Reihe von Stoffen aus, welche zu seiner Zeit nach dem Gefühl als chemische Verbindungen betrachtet wurden; er be-

zeichnet sie im Gegensatze zu den „Mischungen“ (mélanges) als „composés vrais“ oder „combinaisons réelles“; ihr wesentlichstes Attribut sind die ganz bestimmten Proportionen, welche sowohl die in der Natur vorhandenen als auch die im Laboratorium erhaltenen Verbindungen charakterisieren, dieses „pondus naturae“ sei ebensowenig von dem Belieben des Chemikers abhängig, wie das Verwandtschaftsgesetz, welches alle Verbindungen beherrscht. Der Sieg Prousts über die Bertholletsche Theorie bedeutet den Ausgangspunkt für jene enge Auffassung des Forschungsgebietes der Chemie, welche seither in Geltung ist, und die einzig und allein auf die Darstellung chemischer Individuen ausgeht. Gleichzeitig tritt eine möglichst strenge, wenn auch der Natur der Sache nach nicht völlig restlose Unterscheidung zwischen chemischen Verbindungen und nicht chemischen Mischungen auf, und es bricht sich jene entscheidende Richtung Bahn, das Studium der letzteren Stoffe systematisch zu vernachlässigen. Ehrenfeld sagt in seiner Atomistik (S. 280 ff.) ganz richtig: „Mit diesen Darlegungen sind die Bestrebungen Walds skizziert, die Auffassung des wichtigsten chemischen Grundbegriffes: des chemischen Individuums, jener Modifikation zu unterziehen, welche es uns ermöglichen soll, den Tatsachen besser gerecht zu werden und unseren Gesichtskreis über den engen Rahmen der ‚reinen‘ Chemie zu erweitern.“ Wenn nun der Chemiker es für seine Lebensaufgabe erachtet, bei allen Vorgängen die Bestandteile herauszufinden, so ist man beispielsweise zu der Meinung gelangt, daß je zwei Stoffe von gleicher „Zusammensetzung“ eigentlich identisch sind und sich leicht ineinander umwandeln sollen, und es ist nach diesen schematisierenden Überlegungen unmöglich einzusehen, warum zu solchen Umwandlungen oft erst lange Reihen von Zwischenreaktionen nötig sind. Wald äußert sich hierüber wie folgt: „Um alle diese Schwierigkeiten zu beheben, mußte man sich zur Annahme der Strukturtheorien bequemen, und sieht eben in der Unentbehrlichkeit dieser Lehren für die Chemie eine unerschütterliche Stütze der Atomhypothese; man ahnt gar nicht, daß man sich durch die grundlegende Methode der chemischen Forschung, durch die Bestimmung der Bestandteile unter all den genannten Abstraktionen von der Wirklichkeit um die Möglichkeit gebracht hat, eben diese Welt der Wirklichkeiten genau zu verstehen, und daß man durch die Strukturlehren eben nur instinktiv die Fehler gut zu machen sucht, welche man gemacht hat, bevor man überhaupt zu irgendeiner Meinung über die Zusammensetzung der vorliegenden Naturstoffe gelangen konnte“.

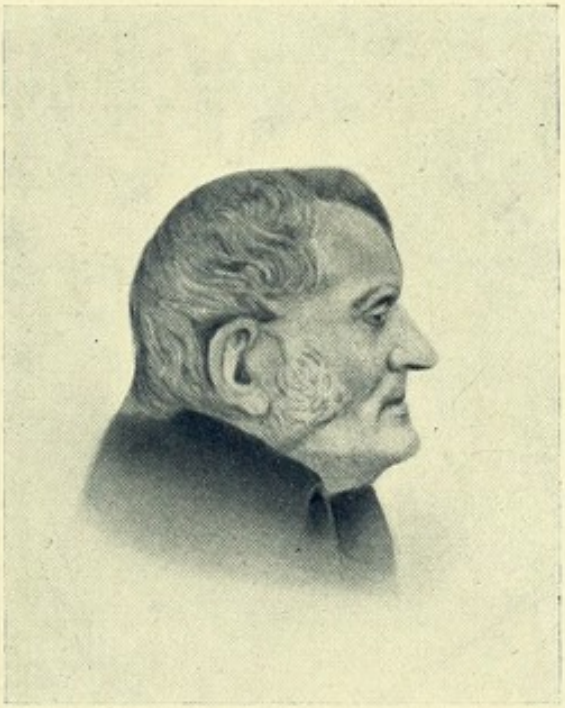
Wenn wir unseren Blick auf England werfen, so sehen wir, daß auch in diesem Lande die chemische Forschung gute Resultate zeitigte;

allein der Umstand, daß die Gründung besonderer Zeitschriften, wie Nicholson's Journal of natural philosophy, chemistry and the arts (1797), Tilloch's Philosophical Magazine and Journal (1798), nötig wurde, beweist, daß die englischen Forscher sehr tätig waren. Außer Dalton, den wir sogleich einer eingehenden Besprechung würdigen werden, seien noch genannt Chenevix, Hatchett, Henry, Kirwan, Smithson, Tennant, Wollaston u. a. Und wenn diese Gelehrten auch eine Zeit lang noch Anhänger des alten Systems waren, so haben sie doch später die quantitative Untersuchungsweise anerkannt.

John Dalton, 1766 zu Eaglesfield bei Cockermouth als Sohn eines armen Wollwebers geboren, genoß den Unterricht in einer benachbarten Schule; frühzeitig war er darauf angewiesen, sein Brot zu verdienen, denn wir sehen ihn schon im 13. Jahre als Lehrer in seinem Geburtsort, wo er noch nebenbei seinem Vater in den landwirtschaftlichen Arbeiten behülflich war. Nach zwei Jahren kam der junge Dalton nach Kendal in Westermoreland zu seinem Vetter, der eine Kostschule hielt, deren Leitung er später selbst übernahm. Von der Neigung zur Mathematik und Physik getrieben, wußte er sich nunmehr gediegene Kenntnisse hierin zu verschaffen und sich mit eigenen Untersuchungen zu beschäftigen. Dalton publizierte verschiedene Arbeiten über mathematische Gegenstände und unternahm zugleich eine Reihe meteorologischer Beobachtungen. Seine Fortschritte auf dem Gebiete der Mathematik waren so hervorragend, daß Dalton schon im Jahre 1793 seine bisherige Stellung mit der eines Lehrers an einem College zu Manchester, wo er Mathematik und Naturwissenschaften vortrug, vertauschen konnte. 1794 machte er die Entdeckung der an sich selbst zuerst beobachteten Farbenblindheit, welche Erscheinung in Erinnerung daran heute noch Daltonismus genannt wird. Nach sechsjähriger Tätigkeit am College, welch letzteres von Manchester verlegt wurde, blieb Dalton im genannten Ort und fuhr fort, Privatstunden über die oben bezeichneten Gegenstände zu erteilen. Von nun an begann er, sich mehr denn je mit der Chemie und Physik zu beschäftigen, und seine Entdeckungen und Arbeiten erwarben ihm bald einen großen Ruf und zwar nicht nur in England, sondern auch in den auswärtigen Ländern.

Von 1804 an hielt er in verschiedenen Städten Englands Vorlesungen über Chemie, so z. B. in Leeds, London, Birmingham, Glasgow, doch behielt er Manchester stets als seinen Wohnsitz.

Dalton besaß den echt philosphischen Geist, den er dadurch bekundete, daß er trotz des großen Ruhmes und der Ehre seine bisherige bescheidene Lebensweise nicht änderte. Von seinen Auszeichnungen sind folgende zu



John Dalton.
(Eigene Sammlung.)

nennen: 1822 wurde er zum Mitglied der Royal Society zu London erwählt, nachdem er bereits 1817 Präsident der Literary and Philosophical Society zu Manchester, deren tätiges Mitglied er seit 1794 gewesen ist, geworden war. Außer der Pariser Akademie beeilten sich viele andere gelehrte Gesellschaften Dalton in ihren Mitgliederlisten aufzuzeichnen. 1826 erhielt unser Forscher die goldene Denkmünze von der Londoner Societät, 1833 eine kleine Pension von dem König, 1831 wurde er zum Doktor der Rechte der Universität Oxford und 1834 ebenfalls von der Universität in Edinburg promoviert. Im Jahre 1844 starb Dalton zu Manchester.

Dalton hat mit seinen Arbeiten gleich Hervorragendes für die Chemie sowohl als auch für die Physik geschaffen und hat beiden Wissenschaften wenn auch nicht deren Grundlehren selbst, so doch durch Klärung von Tatsachen ausserordentlich genützt. Was die Physik betrifft, so mögen kurz seine Arbeiten über die gleichmäßige Ausdehnung der verschiedenen Gase, auch seine Untersuchungen über die Verdampfung und über das Verhalten gemischter Gase, über die Elastizität der Dämpfe usw. angeführt sein. Für uns kommen hauptsächlich seine Forschungen auf chemischem Gebiete in Betracht, und diese zu erörtern, soll nunmehr unsere Aufgabe sein.

Seine physikalischen Arbeiten waren für die chemischen Forschungen überaus befruchtend, hatten sie doch hauptsächlich den Vorteil, ihm die experimentelle Geschicklichkeit bei Untersuchungen gasiger Körper — welche ihn das Gesetz der multiplen Proportionen erkennen ließ — zuzuführen.

Die Auffindung des Gesetzes der multiplen Proportionen und die sich anschließende Konzeption der Atomtheorie fallen in die Jahre 1802 und 1803, deren Grundlagen Dalton durch Erweiterung seiner Arbeiten, die im Jahre 1808 erst veröffentlicht wurden, zu befestigen suchte.

Die ersten Beobachtungen Daltons, welche den Ausgangspunkt für die Aufstellung der Atomtheorie bildeten, bestanden in der Entwicklung der Zusammensetzung von ölbildendem Gas (Acetylen) und leichtem Kohlenwasserstoff (Methan). Aus seinen diesbezüglichen Untersuchungen gelangte Dalton zu der Folgerung, daß beim Methan auf die gleiche Menge Kohlenstoff genau noch einmal soviel Wasserstoff treffe als beim Äthan, sich also die Quantitäten Wasserstoff in diesen Gasen wie 2 : 1 verhielten. In dieser Richtung machte er auch über andere Verbindungen seine Versuche, so z. B. fand er für Kohlenoxyd und Kohlensäure, daß die Sauerstoffmengen, auf die gleiche Menge Kohlenstoff bezogen, zu ein-

ander im Verhältnis wie 1 : 2 stehen. Als Dalton gleich einfachen Zellenverhältnissen in dem Ergebnis der Analyse von Stickstoffoxydul, Stickoxyd, salpetriger Säure und Salpetersäure begegnete, bedurfte es wohl kaum einer Frage, daß diesen einfachen Beziehungen ein Gesetz zu Grunde liegen mußte.

Daß Dalton behauptete, er habe diese neue Anschauung in die Wissenschaft eingeführt, ist keineswegs wahr; wir haben auch schon oben erwähnt, daß er zur richtigen Erkenntnis der Grundlehren viel beigetragen hat; Dalton selbst sagt in dieser Beziehung in seinem Werke: „New system of chemical philosophy“ I, S. 141: „Die Möglichkeit der Existenz verschiedener Aggregatzustände hat zu der fast allgemein angenommenen Annahme geführt, daß alle Körper aus einer unendlichen Zahl kleiner Teilchen bestehen, die untereinander eine bald stärkere, bald schwächere Anziehungskraft ausüben, welche man Cohäsion nennt. — Diese Atome sind beständig von einer Wärmeatmosphäre umgeben, welche durch ihre Repulsivkraft den Kontakt der Teilchen verhindert.“ Dalton baute seine Atomtheorie auf folgende zwei Sätze:

1. Jedes Element besteht aus gleichartigen Atomen von unveränderlichem Gewicht.

2. Die chemischen Verbindungen bilden sich durch Vereinigung der Atome verschiedener Elemente nach einfachsten Zahlenverhältnissen.

Die chemischen Verbindungen entstehen durch Aneinanderlagerung von Atomen der Elemente, welche selbst keine weitere Zerlegung erleiden können, denn Dalton sagt hierüber: „Chemische Analyse und Synthese gehen nur bis zur Teilung und Wiedervereinigung der kleinsten Teilchen. Weder Schöpfung noch Zerstörung ist im Bereich chemischer Mittel.“

Je nach der Anzahl von Atomen, welche in eine Verbindung eintreten, gehört das entstehende Atom einer anderen Ordnung an:

Die Atome der Elemente sind einfache Atome oder Atome erster Ordnung:

Verbindet sich 1 Atom eines Elementes A mit 1 Atom eines Elementes B, so entsteht 1 Atom zweiter Ordnung.

Verbinden sich 2 Atome eines Elementes A mit 1 Atom eines Elementes B, so entsteht 1 Atom dritter Ordnung.

Verbindet sich 1 Atom eines Elementes A mit 2 Atomen eines Elementes B, so entsteht 1 Atom dritter Ordnung.

Verbindet sich 1 Atom eines Elementes A mit 3 Atomen eines Elementes B, so entsteht 1 Atom vierter Ordnung.

Dalton kam es bei der Atomgewichtsbestimmung darauf an, die Anzahl der Atome in einer Verbindung festzustellen; im allgemeinen fällt diese nach Dalton mit den einfachst möglichen Multiplen zusammen. Bei dieser Festsetzung geht er von folgenden Grundsätzen aus:

1. Kennt man von zwei Elementen nur eine Verbindung, so ist diese aus einem Atom zweiter Ordnung gebildet.

2. Existieren zwei Verbindungen derselben, so besteht die eine aus einem Atom zweiter, die andere aus einem Atom dritter Ordnung.

3. Kommen drei Verbindungen vor, so müssen in diesen 1 Atom zweiter und 2 Atome dritter Ordnung angenommen werden (vgl. Dalton, New system I, 214, 215).

Alsdann verfährt Dalton folgendermaßen: für den Wasserstoff, als den spezifisch leichtesten aller Elemente, nimmt er das Atomgewicht = 1 an und bezieht auf diese Einheit alle übrigen Atomgewichte. Von den Verbindungen zwischen Wasserstoff und Stickstoff kannte man damals nur das Ammoniak, von denen des Wasserstoffs mit Sauerstoff nur das Wasser. Aus den Zusammensetzungen des Wassers und Ammoniaks ließen sich deshalb direkt die Atomgewichte von Sauerstoff und Stickstoff bestimmen, welche nach Dalton = 6,5 und 5 waren. Die erhaltenen Zahlen kontrolliert er durch die Verhältnisse der Stickstoff-Sauerstoffverbindungen und kannte deren vier. Im Stickoxyd fand er auf 5 Teile Stickstoff 7 Teile Sauerstoff; dieses ist also das Atom zweiter Ordnung beider Elemente. In der Salpetersäure sind nach seiner Ansicht auf 5 Teile Stickstoff 14 Teile Sauerstoff, demnach auf 1 Atom des ersteren Gases $^{14}/_{5}$ des anderen vorhanden; 10 Teile Stickstoff mit 7 Teilen Sauerstoff verbunden sollen im Stickoxydul vorkommen, in welchem er deshalb 2 Atome Stickstoff und 1 Atom Sauerstoff voraussetzt. Die salpetrige Säure aber soll auf 5 Teile Stickstoff $10^{1}/_{2}$ Teile Sauerstoff enthalten. Er hätte darin 2 Atome Stickstoff und 3 Atome Sauerstoff annehmen können, doch zieht er vor, diesen Körper als Verbindung von Salpetersäure mit Stickoxydul zu betrachten. Im Äthylen findet er auf 1 Teil Wasserstoff 5,4 Teile Kohlenstoff und im Grubengas auf dieselbe Menge Kohlenstoff 2 Teile Wasserstoff. Er nahm deshalb an, daß das Äthylen als aus Atomen zweiter Ordnung bestehe und daß das Atomgewicht des Kohlenstoffs gleich 5,4 sei, welches, wie Ladenburg in seinen Vorträgen S. 62 schreibt, nur als ein multiplum oder submultiplum gefunden wurde. Das Kohlenoxyd enthält Atome zweiter Ordnung, weil von ihm auf 5,4 Teile Kohlenstoff 7 Teile Sauerstoff gefunden wurden, während die Kohlensäure 1 Atom dritter Ord-

nung wird, indem sie auf 5,4 Teile Kohlenstoff 14 Teile Sauerstoff enthalten soll.

Wie weit die von ihm ermittelten und schon im Jahre 1805 von Thomson mitgeteilten „Atomgewichtszahlen“ von den heute als richtig geltenden entsprechenden Werten abweichen, erhellt aus folgender Zusammenstellung:

Relative Atomgewichte von:	Dalton	Richtige Werte
Wasserstoff	1	1
Sauerstoff	6,5	7,98
Stickstoff	5	4,67
Kohlenstoff	5,4	5,98

Im Jahre 1808 wurde eine weitere Tabelle veröffentlicht, worin Dalton das Gewicht des Sauerstoffs auf 7 angibt; im grossen ganzen sind seine angegebenen Werte ziemlich niedrig angesetzt, was wir aus nachstehender Tabelle ersehen:

Verbindungsgewichte von:	Dalton	Heutige Werte
Schwefel	13	31,98
Eisen	38	55,88
Zink	56	64,9
Kupfer	56	63,18
Silber	100	107,66
Quecksilber	167	199,8

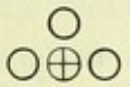
Nicht unerwähnt wollen wir lassen, daß er diesbezügliche Untersuchungen auch auf organische Körper anstellte; die Ergebnisse sind zwar ungenau, immerhin interessant genug, dieselben in unserer Geschichte mit einzufügen; wir lassen deshalb die Daltonsche Aufstellung unverkürzt folgen:

	relatives Gewicht		relatives Gewicht
Wasserstoff	1	Strontian	46
Stickstoff	5	Baryt	68
Kohlenstoff	5	Eisen	38
Sauerstoff	7	Zink	56
Phosphor	9	Kupfer	56
Schwefel	13	Blei	95
Magnesia	20	Silber	100
Kalk	23	Platina	100
Natron	28	Gold	140
Kali	42	Quecksilber	167

	relatives Gewicht
1 Atom Wasser oder Dampf, bestehend aus 1 A. Sauerstoff und 1 A. Wasserstoff, in physischer Berührung gehalten durch eine starke Affinität und angesehen als umgeben von einer gemeinsamen Wärmesphäre	8
1 Atom Ammoniak, aus 1 A. Stickstoff und 1 A. Wasserstoff	6
1 Atom Salpetergas, aus 1 A. Stickstoff und 1 A. Wasserstoff	12
1 Atom ölbildendes Gas, aus 1 A. Kohle und 1 A. Wasserstoff	6

	relatives Gewicht
1 Atom Kohlenoxyd, aus 1 A. Kohle und 1 A. Sauerstoff . . .	12
1 Atom Salpetergas, aus 2 A. Stickstoff und 1 A. Sauerstoff . .	17
1 Atom Salpetersäure, aus 1 A. Stickstoff und 2 A. Sauerstoff .	19
1 Atom Kohlensäure, aus 1 A. Kohle und 2 A. Sauerstoff . . .	19
1 Atom Kohlenwasserstoff aus 1 A. Kohle und 2 A. Wasserstoff .	7
1 Atom Übersalpetersäure, aus 1 A. Stickstoff und 3 A. Sauerstoff	26
1 Atom Schwefelsäure, aus 1 A. Schwefel und 3 A. Sauerstoff .	34
1 Atom Schwefelwasserstoff, aus 1 A. Schwefel und 3 A. Wasserstoff	16
1 Atom Alkohol, aus 3 A. Kohle und 1 A. Wasserstoff	16
1 Atom salpetrige Säure, aus 1 A. Salpetersäure und 1 A. Salpetergas	31
1 Atom Essigsäure, aus 2 A. Kohle und 2 A. Wasser	26
1 Atom Ammoniaknitrat, aus 1 A. Salpetersäure, 1 A. Ammoniak und 1 A. Wasser	33
1 Atom Zucker, aus 1 A. Alkohol und 1 A. Kohlensäure . . .	35

Ostwald knüpft an diese Tabelle in seinen Anmerkungen (Klassiker 3, S. 29, 9) folgendes: „Diese Methode Daltons, welche an die frühere, aus der alchemistischen Zeit herrührende und in mannigfaltigen Formen von fast allen Chemikern inzwischen gehandhabte abgekürzte Bezeichnungsweise verknüpft, erweitert zum ersten Male die rein qualitative Bedeutung der früheren Zeichen zu einer quantitativen, in dem jedes Atom hingeschrieben wird. Sie ist bald hernach von Berzelius wesentlich verbessert worden, indem dieser statt der willkürlichen Zeichen die Anfangsbuchstaben der zu bezeichnenden Elemente einführte."

Besonders sei hervorgehoben, daß es Daltons Bestreben war, eine Zeichensprache zur Versinnbildlichung der atomistischen Zusammensetzung zu schaffen. Die Atome dor Elemente wurden durch verchiedenartige kreisförmige Symbole dargestellt: Sauerstoff ○, Wasserstoff ⊙, Stickstoff ◑, Schwefel ⊕. Diese Zeichen wurden entsprechend nebeneinander gesetzt, z. B. für Wasser ⊙○, für Ammoniak ⊙◑, für Schwefelsäure  gebraucht.

Diese Bezeichnung ist jedoch niemals allgemein angewendet worden, denn Berzelius schaffte, wie schon erwähnt, einige Jahre später eine viel einfachere und leichter zu verstehende Zeichensprache.

Bevor wir Dalton verlassen, müssen wir noch ganz kurz sein Gesetz der Partialdrucke hier erörtern. Um die Erscheinungen, welche dieser Hypothese zu Grunde liegen, zu erörtern, möge folgendes Beispiel angeführt sein: Nehmen wir also an, in der Luft ist immer der Druck des Stickstoffs, des Sauerstoffs und des Argons proportional den Mengen, in welchen diese Bestandteile darin enthalten sind, nämlich Sauerstoff 21 Proz., Stickstoff 78 Proz. und Argon 1 Proz.; wenn nun der Luftdruck beispielsweise 76 cm beträgt, so ist der Druck des Stick-

stoffes $^{78}/_{100} \times 76$, der des Sauerstoffs $^{21}/_{100} \times 76$ und der des Argons $^{1}/_{100} \times 76$.

Daltons naturwissenschaftliche Schriften sind zum Teil in den „Memoirs of the literary and philosophical Society of Manchester“ (1798), die „Philosophical Transactions“ (1826—1828), „Nicholsons Philosophical Journal“, in „Thomsons Annals of Philosophy“ (1813—1820), „Philipps Annals of Philosophy“ (1820) niedergelegt; von seinen selbständigen Werken schrieb Dalton außer seinen, der Chemie fremden, „Meteorological Observations and Essays“ (1793, neue Auflage 1834) und einer englischen Schulgrammatik, noch „A New System of Chemical Philosophy“.

Verfolgen wir jetzt die weitere Entwicklung der Atomtheorie, so sehen wir, daß die Lehren Daltons bei den Chemikern eine recht günstige Aufnahme fanden und haben nunmehr die Verdienste seines Landsmannes Thomas Thomson, welcher ein eifriger Anhänger Daltons war, zu würdigen.

Thomas Thomson, geb. 1773, gest. 1852, lehrte, wie schon oben bemerkt, zuerst die Atomtheorie Daltons in ihren Grundzügen; desgleichen übte er einen nicht geringen Einfluss auf die Entwicklung der Chemie und zwar in Bezug auf die speziell theoretisch chemischen Anschauungen durch Herausgabe seiner Lehrbücher. Ferner hat er sich als Historiker durch seine „History of Chemistry“ (1830/31) sehr verdient gemacht. Thomson war der Gründer des ersten chemischen Unterrichtslaboratoriums und als Lehrer mit grossem Erfolge in Glasgow tätig.

Was nun seine Beziehungen zu Daltons Atomtheorie betrifft, so war er, wie wiederholt gesagt, ein eifriger Anhänger derselben; trotzdem hat er der Chemie mehr geschadet als genützt, indem er leider zuweilen infolge einer besonderen Hinneigung zu Spekulationen den festen Boden der wissenschaftlichen Forschung verlor. Gerade zu diesem Zeitpunkte, nachdem eine Theorie von solcher Tragweite aufgestellt war, mußte es von um so größerem Werte, ja geradezu eine Notwendigkeit sein, die zur Begründung derselben dienenden noch spärlichen Tatsachen durch zuverlässige Beobachtungen zu erweitern.

Die von Thomson gefundenen Atomgewichte sind direkt wertlos; jedoch auf anderem Gebiete trugen Thomsons Arbeiten zur Bestätigung der Atomlehre bei, beispielsweise seine Untersuchungen über die Kalisalze der Oxalsäure, wobei sich herausstellte, daß die Kalimengen der verschiedenen Salze gegenüber einer bestimmten Quantität Oxalsäure sich zueinander wie 1 : 2 : 4 verhielten.

Mit dieser gleichen Untersuchung befaßte sich ein Altersgenosse Daltons, es ist *W. X. Wollaston*, geboren 1766, gestorben 1828. Nach Vollendung der medizinischen Studien ließ er sich als Arzt nieder und widmete sich nebenbei der Physik und Chemie, welch erstere er durch umfassende Arbeiten bereicherte. Aber auch in der Chemie hatte er Vortreffliches geleistet, besonders durch seine chemischen Untersuchungen über die Platinmetalle; ferner sei erwähnt, daß Wollaston in dem neutralen und in dem kohlensauren Kali die Mengen Kohlensäure einem bestimmten Gewichte Kali gegenüber durch die Verhältniszahlen 1 und 2 ausdrückte, und durch diese Entdeckung den Beweis des Gesetzes der multiplen Proportionen für Salze erbrachte.

Vom Jahre 1808 begegnen wir Männern, welche ihrer Stellung zur Daltonschen Theorie wegen zu den hervorragendsten Forschern gehören, wie Davy, Gay-Lussac und dem berühmtesten von allen, Berzelius. Wenn wir bedenken, daß durch die rastlosen und erfolgreichen Arbeiten dieser Gelehrten die Atomlehre befestigt und erweitert wurde, und sie für die Entwicklung der Chemie von überaus großem Einfluß waren, so müssen wir auch bei diesen Männern etwas verweilen. Wenden wir uns zunächst Davy zu.

Humphry Davy wurde 1778 zu Pensance in Cornwall als Sohn eines unbemittelten Künstlers, welcher sich durch das Anfertigen von Holzschnitten den Lebensunterhalt erwarb, geboren. Schon in der frühesten Jugend wurde Davy bei einem Chirurgen seines Geburtsortes in die Lehre gegeben; hier entwickelte sich seine Neigung zu den Naturwissenschaften, insbesondere zu der Chemie. Durch Privatstudien eignete er sich Kenntnisse in den Naturwissenschaften und Sprachen an, um so die ihm von seinen Freunden verschaffte Stellung in Bristol, wo im Jahre 1798 eine Anstalt unter dem Namen „Pneumatic Institution“ errichtet wurde, anzunehmen. Das Institut hatte die Aufgabe zu erfüllen, die damals erst kurz vorher entdeckten, verschiedenen künstlichen Gase auf ihre Heilkraft zu prüfen und somit hatte Davy als Chemiker Gelegenheit, über die Gase verschiedene Untersuchungen anzustellen. Besonders bildete das Stickoxydul, dessen berauschende Wirkung er kennen lernte, den Gegenstand seiner besonderen Forschung; ferner sei an seine weiter gemachten Versuche über den Einfluß anderer Gase auf den Organismus erinnert, z. B. die von Wasserstoff und Kohlensäure, welche mit Stickstoff gemischt waren. Durch diese Untersuchungen bekam Davy einen guten Namen und schon im Jahre 1801 erhielt er einen Ruf als Professor der Chemie an die kurz zuvor errichtete „Royal Institution“

in London, wo er zugleich auch Mitglied der königlichen Gesellschaft wurde.

Außer seinen berufsmäßigen Vorlesungen, die mit großem Beifall aufgenommen wurden, hielt er noch nebenbei von 1802—1812 in dem Ackerbauvereine (board of agriculture) Vorträge und wurde hierdurch zu seinen Arbeiten über die Anwendung der Chemie auf die Kultur des Bodens hingeführt.

1811 bereits in den Ritterstand erhoben, wurde Davy ein Jahr darauf zum Baron ernannt; 1813 legte er seine Professur nieder und verließ England, um einige Jahre auf dem Kontinent zuzubringen. Vorzugsweise lebte er in Frankreich und Italien, besonders in letzterem Lande, wo er sich von 1818—1820 aufhielt; er fand Anlaß zu vielseitigen Untersuchungen, z. B. über die Malerfarben, die sich an antiken Kunstwerken befinden, und über die Mittel, die herculanischen Handschriften in lesbaren Zustand zu bringen usw.

1820 zum Präsident der Royal Society ernannt, nahm Davy seinen Aufenthalt wieder in England. 1827 legte er die Präsidentenstelle nieder und besuchte im Interesse seiner Gesundheit den Süden Europas. Während des Sommers 1828 hielt er sich in Steiermark auf, von da ging er nach Rom, wo er im Jahre 1829 erkrankte; auf der Rückreise zu seinem ersehnten Vaterlande überraschte ihn der Tod in Genf.

Aus Vorstehendem haben wir ersehen, daß sich Davy aus eigener Energie von einem Lehrjungen zum vollendetsten Gelehrten seines Faches, ausgestattet mit einem geistvollen Charakter emporgeschwungen hat; Davys chemische Leistungen stehen fast alle im Zusammenhange mit der Untersuchung des Elektrochemismus; diese waren auch von größtem Einfluß auf die Chemie.

In die ersten 13 Jahre des 19. Jahrhunderts fallen die hauptsächlichsten Entdeckungen, durch welche Davy die Chemie zu den großartigsten Fortschritten befähigte; erinnert möge sein an die Entdeckung der Alkalimetalle und der in den Erden enthaltenen, aus diesen durch die Macht des galvanischen Stromes isolierten Elemente, durch welche viele bisher unzerlegte Körper als zusammengesetzte erkannt wurden. Als eine wichtige Folgerung dieser Beobachtungen ergab sich die einfache Natur des Chlors, welches man bisher als zusammengesetzt betrachtet hatte; hierdurch traten naturgemäß ganz neue Gesichtspunkte hervor, in erster Linie die Umgestaltung der Ansichten über die Konstitution der Säuren. Kurz gesagt, die Arbeiten über die Zerlegbarkeit der Alkalien und

H. Davy.
(Gest. von T. Philips.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Erden durch den galvanischen Strom bildeten den Hauptgegenstand, mit welchem sich in den ersten 13 Jahren des 19. Jahrhunderts viele Chemiker beschäftigten.

Was das historisch kritische Verhältnis Davys zu der Atomlehre Daltons betrifft, so verhielt er sich den Schlußfolgerungen des Letzteren gegenüber sehr skeptisch, auch wollte er die Atomgewichte nicht als solche gelten lassen, sondern betrachtete sie einfach als „Proportionszahlen der Elemente".

Humphry Davy hatte seine elektrotechnischen Untersuchungen, wie er selbst sagt, im Jahre 1800 begonnen und eröffnete dieselbe mit einer scheinbar ganz unbedeutenden Frage. Bei den ersten Versuchen über die Wasserzersetzung nahm man schon an, daß durch die Elektrolyse alkalische und saure Substanzen entstehen würden. Cruishank und Brugnatelli bestätigten durch ihre Beobachtungen diese Annahme; Simon war dagegen einer anderen Ansicht, bis Davy sie durch entscheidende Versuche niedergelegt hatte.

Letzterer läßt die Zersetzung in Gefäßen von verschiedenem Material vorsichgehen, in Glas, Achat, Gold usw. und überzeugt sich, daß die Art und Menge der auftretenden Körper hierbei verändert wird, was ihn zu der Annahme einer Zersetzung des Gefäßes führte. Auch bei der Zerlegung in goldenen Bechern bemerkte er das Auftreten des flüchtigen Alkalis (Ammoniaks) und der Salpetersäure. Aus dieser Beobachtung zog Davy die Folgerung, daß die Entstehung der obengenannten Körper der Luft bezw. dem Stickstoff, welcher im Wasser absorbiert gewesen, zuzuschreiben sei. Um seine Annahme bestätigt zu finden, machte er folgendes Experiment. Davy ließ die Zersetzung in geschlossenen Räumen vorsichgehen, pumpte die Luft über dem Wasser aus und stellte somit eine Wasserdampfatmosphäre her; hierdurch gelang es ihm, nachzuweisen, daß durch die Wirkung des elektrischen Stromes das reine Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird, daß dabei aber keinerlei Verwandlung desselben eintritt und daß alle derartigen Beobachtungen entweder durch eine Einwirkung auf das Gefäß, in welchem der Versuch vorgenommen wurde, oder durch eine Verunreinigung des Wassers zu erklären sind. Diese Versuche erinnern lebhaft an die ersten Arbeiten Lavoisiers.

Davy blieb bei diesen Versuchen nicht stehen, sondern ging zu den Untersuchungen von Salzen über.

Er beobachtete, daß durch den elektrischen Strom der Wasserstoff und Metalle an dem negativen Pole, der Sauerstoff und die Säuren

dagegen am positiven Pole ausgeschieden werden und schloß daraus, daß die ersteren Substanzen eine positiv elektrische Energie erhalten haben und daß auch hier, wie immer, die entgegengesetzt elektrisierten Körper sich anziehen und daß deshalb die positiven sich am negativen Pole ausscheiden und umgekehrt. Durch diese Beobachtung hat Davy eine Erklärung für die im Stromkreise beobachteten Zersetzungserscheinungen gewonnen.

Es war Davy die Annahme Voltas bekannt, daß die bloße Berührung zweier heterogener Körper hinreicht, dieselben in entgegengesetzte elektrische Zustände zu versetzen und diese Hypothese erklärte ihm und seinen zahlreichen Anhängern das Entstehen des elektrischen Stromes. Unser Forscher schloß sich dieser Ansicht an; er berührte trockene isolierte Säuren mit Metallen und zeigte mittelst des Goldblattelektrometers, daß erstere hierdurch negativ, die Metalle aber positiv elektrisch werden. Diese Beobachtung machte er auch beim Reiben von Schwefel an Kupfer, ersterer wurde negativ, letzteres positiv.

Die chemische Affinität wird nach Davy durch das verschiedene elektrische Verhalten hervorgebracht und mit dem größeren oder geringeren Unterschiede wächst die Verwandtschaft oder sie nimmt ab. Bei bedeutender Spannungsdifferenz tritt bei dem Ausgleich Feuererscheinung auf, bei schwach elektrisierten Körpern werden nur geringe Mengen von Wärme frei; stets muß aber, wenn überhaupt Verbindung eintreten soll, die elektrische Energie die Kohäsion der Substanzen überwinden können. Davy sagt: „Wie die chemische Anziehung zwischen zwei Körpern aufhört, sobald man den einen künstlich in einen anderen elektrischen Zustand versetzt als der ist, den er gewöhnlich besitzt, d. h. indem man ihm denselben elektrischen Zustand gibt, den der andere hat, so kann man auch ihre Affinität vermehren, wenn man ihre natürlichen elektrischen Energien erhöht. So wird z. B. das Zink der Oxydation unfähig, wenn es negativ elektrisch wird, das Silber dagegen verbindet sich sehr leicht mit Sauerstoff, wenn es stark positiv elektrisch ist. Ähnliches gilt für andere Metalle.“ Er suchte damit die Abhängigkeit der chemischen Verwandtschaft von dem elektrischen Zustande direkt nachzuweisen. In seinen „Elements of chem. philosophy“ S. 165 bemerkt er, daß die chemische Anziehung, wenn keine Kohäsion vorhanden wäre, den elektrischen Kräften proportional sein müßte. Beides sind somit Wirkungen derselben Kraft; erstreckt sich diese auf die Massen der Körper, so entsteht Elektrizität bei der Erregung der kleinsten Teilchen Affinität.

Davys Theorie galt nur für kurze Zeit, denn, als Ritter zu zeigen versuchte, daß galvanische Ströme nur dann entstehen, wenn gleichzeitig chemische Zersetzungen stattfinden und dabei annahm, daß die elektrischen Erscheinungen eine Folge der chemischen Prozesse sind, daß aber die Berührung nicht hinreiche, elektrische Zustände hervorzurufen, mußte dieselbe fallen, und zwar aus rein physikalischen Gründen. Von der anderen chemischen Arbeiten wären noch zu berichten seine Forschungen über Schwefel, Phosphor, Chlor u. a., die ihn zu der Entdeckung verschiedener neuer Substanzen, z. B. des schwer entzündlichen Phosphorwasserstoffgases und mehrerer Oxydationsstufen des Chlors usw. führten. Ferner beschäftigte er sich mit dem neuentdeckten Körper Jod und trug vieles zu der Erkenntnis desselben bei. Nicht zu vergessen ist, daß er seine Forschungen und Arbeiten sowohl zum Wohle des Vaterlandes, als auch zur Erhaltung seiner Mitmenschen nutzbar zu machen trachtete. Hierhin gehört vor allem die Anwendung der galvanischen Kraft, um den Kupferbeschlag der Schiffe zu bewahren, die Erfindung der Sicherheitslampe für Bergleute zum Schutze gegen die Entzündung der brennbaren Gase.

Was seine literarischen Arbeiten betrifft, wollen wir, bevor die einzelnen Publikationen aufgezählt werden, ein Urteil, welches Berzelius über Davys literarische Tätigkeit in einem Briefe an Wöhler 1831 abgegeben hat, vorausschicken: „Wäre Davy genötigt gewesen, sich so literarisch zu beschäftigen, wie es jetzt bei Ihnen der Fall ist, so bin ich überzeugt, daß er die Chemie um ein ganzes Jahrhundert weiter gebracht hätte; aber so blieb er doch nur ein ‚glänzendes Bruchstück' gerade darum, weil er nicht von Anfang an gezwungen war, sich durch Arbeit in alle Teile der Wissenschaft als in ein Ganzes einzustudieren" (Ber. 15, S. 3166).

Seine Entdeckungen und Versuche veröffentlichte er zunächst in einer von Dr. Beddoes (1799) angefangenen Zeitschrift: „Contributions to physical and medical Knowledge", „Nicholsons Journal", „Philosophical transactions" (1801); ferner in französischen Zeitschriften, wie im „Journal de Physique", den „Annales de Chimie", den „Annales de Chimie et de Physique".

Von seinen selbständigen publizistischen Werken mögen angeführt sein: „Researches chemical and philosophical, chiefly concerning nitrons oxide and its respiration" (1800), dasselbe ist 1812 ins Deutsche übersetzt; „Elements of chemical philosophy" (1810—1812), 1814 ins Deutsche und 1816 ins Französische übersetzt; „Elements of agricultural chemistry", 1814 ins Deutsche und 1829 ins Französische übertragen.

Davy hatte mit seinen hervorragenden Arbeiten ein reiches Feld zur Beackerung zurückgelassen; in der Tat haben viele Chemiker von den Anregungen Davys großen Nutzen geerntet. Unter letzteren, die sich mit den Vorarbeiten des ersteren am bedeutendsten beschäftigten, sind vor allem Gay-Lussac und Thénard zu nennen.

Louis Jacques Thénard, 1777 zu Nogent-sur-Seine geboren, war Schüler von Vauquelin und Berthollet, mit welch letzterem er auch später als eifriges Mitglied der Société d'Arcueil in steter Verbindung blieb. 1797 wurde er als Repetiteur an der polytechnischen Schule angestellt; später zum Professor dieser Anstalt ernannt, erhielt er nebenbei den Lehrstuhl für Chemie an dem Collège de France und an der Faculté des sciences der Pariser Universität. Als Mitglied des beratenden Komitees im Ministerium des Innern hatte er an vielen Maßregeln Anteil, kräftig für die Hebung des naturwissenschaftlichen Studiums zu wirken. Für Anerkennung seiner Verdienste wurde Thénard anläßlich der Krönung Karls X. (1825) zum Baron und später zum Pair von Frankreich ernannt. Im Alter von 80 Jahren starb Thénard nach einem an Erfolgen reich gesegneten, arbeitsamen Leben.

Thénard war nicht nur bemüht, die chemische Wissenschaft zu fördern, sondern in demselben Maße darauf bedacht, für die Verbreitung der neuen Hypothese erfolgreich tätig zu sein. Über die mit Gay-Lussac gemeinschaftlich gemachten Arbeiten werden wir später berichten; vorerst mögen seine Forschungen allgemeiner Art hier angeführt sein.

Für die anorganische Chemie hat er, neben vielen anderen Untersuchungen und Verdiensten um die Analyse, besonders die Kenntnis der Wasserstoffverbindungen bereichert, sowohl durch die wichtige Entdeckung im Jahre 1818, daß sich dieser Körper mit Sauerstoff in noch einem anderen Verhältnis als zu Wasser, zu Wasserstoffsuperoxyd, vereinigen kann, als auch durch die mit Dulong gemeinschaftlichen Untersuchungen (1823) über die Einleitung der Verbrennung des Wasserstoffes durch Platin und andere Substanzen, wozu ihnen Dobereiners Entdeckung dieses merkwürdigen Faktums Veranlassung gab.

Auf dem Gebiete der organischen Chemie hat Thénard ebenfalls mit großem Erfolge gearbeitet. Es möge nur an seine Untersuchungen über die Fettsäuren erinnert sein. An seine Arbeiten über Gärung (1803) reihten sich solche über Äther (1807) an; er zeigte hierbei die Mannigfaltigkeit dieser Klasse von Körpern, die von der Säure, welche bei der Ätherifikation mit zugegen war, abhängig sind; den Zitronensäure- und Apfelsäureäther stellte er zuerst dar. Thénard suchte für die Konstitution der Ätherarten

L. J. Thénard.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

den Beweis zu bringen, daß jede aus Alkohol, verbunden mit einer organischen Säure im hypothetisch wasserfreien Zustande, bestehe, woraus sich dann die Zersetzung dieser Substanzen durch Alkalien genügend erklärte. Bei seinen Arbeiten über die Galle glaubte er einen besonderen Stoff, das Pikromel, gefunden zu haben.

Nach all dem Gesagten hat sich Thénard als grundsätzlicher Forscher sowohl, wie auch als Lehrer und Schriftsteller große Verdienste erworben; seine Resultate wurden teilweise in dem „Journal de Physique", in den „Annales de Chimie", in den „Annales de Chimie et de Physique" und „Mémoires de la société d'Arcueil" veröffentlicht. Sehr verdienstlich war sein Werk: „Traité de Chimie élémentaire", ein Lehrbuch, welches sich dank der glücklichen übersichtlichen Anordnung des Inhalts weitester Verbreitung zu erfreuen hatte (zuerst 1813—1816 erschienen; deutsch von Fechner nach der 5. Aufl. 1825—1833).

Joseph Louis Gay-Lussac ist 1778 zu Saint Léonard (Limousin) Departement der Obervienne geboren; er machte seine Studien an der polytechnischen Schule in Paris, in welcher Zeit er seine ersten Untersuchungen mit Berthollet zusammen ausführte. Als Eleve-Ingenieur an der École nationale des Ponts et des Chaussées machte er sich alsbald durch seine vorzüglichen Arbeiten bekannt. Mit Biot machte er des öfteren Luftschiffahrten (1804), wobei er in den höchsten Regionen, welche erreicht werden konnten, Beobachtungen anstellte. 1816 erhielt Gay-Lussac einen Ruf als Professor der Chemie an die polytechnische Schule; etwas später den Lehrstuhl der Physik an der Faculté des Sciences der Pariser Universität und 1832 die Professur der Chemie an dem naturhistorischen Museum „Jardin des plantes". Ausserdem bekleidete Gay-Lussac die Stelle eines Probierers an dem Bureau de Garantie zu Paris, war Mitglied vieler amtlicher Kommissionen und wurde zuletzt zum Pair von Frankreich ernannt; er ist im Jahre 1850 gestorben.

Von Berthollet in die Wissenschaft eingeführt, erregte Gay-Lussac schon in frühester Jugend durch seine physikalischen Arbeiten, das Verhalten der Gase betreffend, die grösste Aufmerksamkeit seiner Fachgenossen. Von ganz hervorragender Bedeutung waren die von ihm im Jahre 1805 angestellten Versuche über die Gesetzmäßigkeiten, welche bei der Verbindung von chemischen Gasen sich in den zusammentretenden Volumen der letzteren kundgeben; ferner von gleichem Interesse ist seine Entdeckung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen der Volumengröße von Gasen und der Temperatur; nunmehr konnten auf Grund dieses auf-

gestellten Gesetzes, welches das von Boyle Mariotte ergänzte, zuverlässige Messungen von Gasen ausgeführt werden. Das Gesetz lautet folgendermaßen: Die Gewichte gleicher Volumina von gasförmigen einfachen Körpern oder Verbindungen sind proportional ihren Verbindungsgewichten (nach Daltons Bezeichnung ihren Atomgewichten) oder einem vielfachen derselben. Dieses Gesetz mußte offenbar eine einfache Beziehung zu Daltons Gesetz haben. Diese Beziehung zu finden, gelang erst Amadeo Avogadro im Jahre 1811, auf welchen Gelehrten wir später zu sprechen kommen. Dr. Max Huth gibt in seiner modernen Chemie von William Ramsay (Halle 1905) S. 15 folgende Ausführung über die Schwierigkeit des Gay-Lussac'schen Volumengesetzes: Es soll ein gegebenes Volumen, sagen wir 1 Liter, mit Sauerstoff gefüllt sein, welches eine sehr große, aber unbekannte Zahl Sauerstoffatome enthält; die wir n nennen wollen. Wenn wir diesen Sauerstoff mit dem doppelten Volumen, also mit 2 Litern Wasserstoff mischen und die Gase sich verbinden lassen (dieses geschieht, wenn man einen elektrischen Funken durch die Mischung schlagen läßt), so entsteht nur Wasser, und keines der beiden Gase bleibt unverbunden zurück. Nehmen wir nun an, daß n Atome Sauerstoff sich mit 2 n Atomen Wasserstoff verbinden, so werden, da nach Dalton Wasser auch aus Atomen besteht, durch Vereinigung dieser Gase n Atome Wasser gebildet werden.

Der Versuch zeigt aber, daß das Wasser als Dampf ein Volumen hat, das gleich dem Wasserstoffvolumen ist, d. h. also n-Atome Wasserdampf haben dasselbe Volumen wie 2 n-Atome Wasserstoff. Hieraus könnte man schließen, daß gleiche Gasvolumina nicht eine gleiche Zahl von Atomen enthalten. Während nun einige Chemiker mit Dalton annahmen, daß Wasser aus einem Atom Sauerstoff und einem Atom Wasserstoff besteht, glaubten andere, daß sich immer zwei Atome Wasserstoff mit einem Atom Sauerstoff zu Wasser verbänden. Sie schlossen dieses daraus, daß zwei Volumina Wasserstoff sich mit einem Volumen Sauerstoff verbindet, weil sie dabei als wahrscheinlich annahmen, daß gleiche Gasvolumina eine gleiche Zahl Atome enthalten.

Auf den den speziellen Zweigen der Chemie zugehörenden Untersuchungen steht Gay-Lussac als ernster Forscher da; erinnern wir uns nur an seine Arbeiten über das Jod und das Cyan, sowie über deren Verbindungen. Seine Abhandlung über das Cyan wurde zu einem Grundpfeiler der später zur Entwicklung gelangenden Radikaltheorie. Ferner verdienen seine Untersuchungen über die Verbindungen des Schwefels und über die Oxydationsstufen des Stickstoffes hohes Interesse.

Gay-Lussac.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Durch die Einführung der Titrimetrie hat Gay-Lussac die chemische Industrie wesentlich gefördert und wir werden seinen Arbeiten späterhin noch des öfteren begegnen.

Auf die mit Thénard gemeinschaftlich ausgeführten Arbeiten kommen wir der Wichtigkeit halber gleich eingehend zurück; registriert möge hier noch sein die mit Welter 1819 zusammen entdeckte und untersuchte Unterschwefelsäure und die im Verein mit Liebig im Jahre 1824 dargestellte Knallsäure.

Seine zahlreichen Abhandlungen, welche die Zierde der chemischen Literatur bilden, sind vorzugsweise in dem „Bulletin de la société philomatique", in den „Annales de Chimie et de Physique", in den Schriften der Pariser Akademie, namentlich in den seit 1835 erscheinenden „Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences", ferner in dem „Journal de Physique", dem „Journal de pharmacie", dem „Journal de chimie médicale" u. a.

Von selbständigen Werken kommen zunächst das mit Humboldt (1804) herausgegebene „Mémoires sur l'analyse de l'air atmosphérique" und die gemeinschaftlich mit Thénard verfaßten „Recherches physico-chymiques" (1811) in Betracht. In amtlichem Auftrage verfaßte Gay-Lussac (1824) seine „Instruction pour l'usage de l'alcoolomètre centesimal" etc., 1832 seine „Instruction sur l'essai des matières d'argent par la voi humide" (deutsch erschien dieselbe 1833); von seinen Schülern wurden einzelne Vorlesungen herausgegeben, so der „Cours de physique" (1827), der „Cours de chimie, contenant l'histoire des sels, la chimie végétale et animale" (1828).

Nunmehr kommen wir zu den von Gay-Lussac mit Thénard gemeinschaftlich ausgeführten Arbeiten. Was die Veranlassung zu einem Zusammenarbeiten gab, war der Umstand, daß die polytechnische Schule in Paris eine äußerst kräftige galvanische Batterie erhielt, die von Gay-Lussac und Thénard benutzt werden sollte, als Davy durch die Entdeckung über die chemische Wirksamkeit galvanischer Apparate die Aufmerksamkeit aller Naturforscher in Anspruch genommen hatte. Die Arbeiten mit dieser Batterie waren von großem Erfolge begleitet und zwar nicht nur für die Physik, sondern auch für die Chemie. Ihren Untersuchungen hatte man die Erkenntnis zu verdanken, daß sich die Metalle der Alkalien auch ohne Anwendung galvanischer Apparate mit Hilfe anderer Reduktionsmittel darstellen lassen.

Bei der gleichzeitigen Untersuchung über die Einwirkung des Kaliums auf Ammoniakgas beobachteten sie (Gay-Lussac und Thénard), daß dabei unter Wasserstoffentwicklung sich die Bildung einer grünen Substanz

(Kaliumamid) vollzieht. Bei diesem Versuche, welcher quantitativ ausgeführt wurde, fanden sie die Menge des entwickelten Wasserstoffgases gleich derjenigen, welche dasselbe Gewicht Kalium aus Wasser frei gemacht haben würde und zeigten außerdem, daß durch die Zersetzung der grünen Substanz durch Wasser Kali entstehe und auch das gesamte angewendete Ammoniak regeneriert werde. Durch die Annahme, daß das Kalium aus Kali und Wasserstoff bestehe, erklärten sie sich, daß der Wasserstoff sowohl bei Behandlung mit Wasser als mit Ammoniak in Freiheit gesetzt werde, wobei sich gleichzeitig das Alkali mit Wasser oder Ammoniak verbinde. Demnach war für sie das Kaliumamid aus Ammoniak und Kali zusammengesetzt, in welche Bestandteile es sich bei der Einwirkung des Wassers zerlegen sollte.

Desgleichen nahmen beide an, daß Kalium und Natrium Wasserstoffverbindungen seien, bis zu dem Jahre 1811, wo sie der Ansicht Davys — daß die Wasserstoffentwicklung bei der Einwirkung des Kaliums auf das Ammoniak von einer Zersetzung des letzteren herrühre — übertraten. Ladenburg gibt in seinen Vorträgen (S. 84) den Grund ihres Meinungswechsels folgendermaßen an: Gay-Lussac und Thénard hatten beobachtet, daß der durch Verbrennung des Kaliums entstehende Körper von Kali verschieden ist, mehr Sauerstoff als dieses enthalte, und machten darauf aufmerksam, daß der Wasserstoffgehalt des Kaliums einen Wassergehalt des neuen Oxyds bedinge, da bei der Verbrennung das Auftreten von freiem Wasser nicht bemerkt werde. Da nun weiter ihr Körper von trockener Kohlensäure in Sauerstoff und kohlensaures Kali zerlegt wird, so führt die Hypothese von der Zusammensetzung des Kaliums zu der Annahme von Wasser in Salzen, bei denen die Analyse keines anzeigt.

Zuletzt sei noch die Neubegründung der elementaren Natur des Phosphors und Schwefels durch Gay-Lussac und Thénard besonders hervorgehoben.

Als Folgen der elektrochemischen Richtung lassen sich gewissermaßen die gemeinschaftlichen Untersuchungen Gay-Lussacs und Thénards betrachten und wir finden ihre Resultate für 1808 bis 1810 in den „Bulletins de la société philomatique“, den „Annales de chimie“, den „Memoires de la Société d'Arcueil“ und anderen Zeitschriften; alle gesammelt in zwei Bänden bis 1811 unter dem Titel: „Recherches physico-chimique“.

Bevor wir zu Berzelius übergehen, haben wir noch eines literarisch-chemischen Ereignisses, welches auf viele Chemiker einen gewaltigen Eindruck machte, zu gedenken; es ist die Aufstellung der Proutschen Hypothese, die zu den Faktoren gehört, welche zu einer Entwertung der

atomistischen Lehre in den Augen bedeutender Forscher nicht unwesentlich beigetragen haben.

Im Jahre 1815 glaubte Prout nachgewiesen zu haben, daß die Atomgewichte der gasförmigen Elemente ganze Multiplen sind von dem des Wasserstoffs und ein Jahr darauf stellte der Verfasser die Behauptung auf, die Atomgewichte der Elemente seien, auf Wasserstoff = 1 bezogen, durch ganze Zahlen ausdrückbar, also Multipla von dem des leichtesten Elementes. Wie willkürlich Prout mit den Zahlenwerten der Atome umging beweist folgendes Beispiel:

Calcium 20, Eisen 28, Chlor 36
Natrium 24, Zink 32, Kalium 40.

Aus dieser Aufstellung ersehen wir, daß es nicht nur ganze Zahlen waren, sondern dieselbe auch regelmäßige Differenzen untereinander aufweist.

Die Hypothese Prouts übte damals und auch später zu verschiedenen Zeiten einen großen Reiz selbst auf namhafte Chemiker aus. Der Freund Daltons, Thomson, machte es sich zur Aufgabe, den Proutschen Satz auf alle Elemente auszudehnen und führte zu diesem Zwecke eine große Zahl von Atomgewichtsbestimmungen aus, die, wie später Berzelius sagte, vollständig wertlos waren. Thomson war eben ein Opfer dieser Hypothese, ja, er ging soweit, in der Annahme Prouts ein Grundgesetz der Chemie zu erblicken.

Nunmehr werden wir das Leben Berzelius', dieses großen Forschers, der wie kaum ein anderer die Chemie in ihren vielseitigen Teilen ausgebaut und bereichert hat, schildern und bemerken, daß er seinen Arbeiten die Tendenz zu Grunde legte:

1. Die Zusammensetzung der chemischen Verbindungen gewissenhaft und eingehend zu erforschen.
2. Die Gesetze, nach denen sich diese konstituieren, zu ergründen.

Jacob Berzelius, als Sohn eines Lehrers am 29. August 1779 in einem kleinem Orte, Wafnersunda bei Lingköping (Ost-Gothland), geboren, hatte schon in frühester Jugend eine große Neigung zur Chemie; 1796 bezog unser Forscher die Universität zu Upsala, wo er Medizin und Chemie studierte. Drei Jahre später hielt sich Berzelius in den Bädern von Medevi auf, wo er seine erste größere chemische Arbeit, die Analyse der verschiedenen Quellen jenes Heilbrunnens unternahm. Die Resultate faßte er in seiner akademischen Arbeit zusammen und disputierte hierüber öffentlich im Jahre 1800; ein Jahr darauf wurde Berzelius Baccalaureus und später Licentiat der Medizin. Seine Arbeiten über die Einwirkung des galvanischen Stromes auf Salze erregten damals in den weitesten Kreisen be-

rechtigtes Aufsehen; 1802 zum Adjunkten der Medizin, Botanik und Pharmazie ernannt, erhielt er fünf Jahre später den Ruf als Professor der Medizin und Pharmazie an die Universität Stockholm, und es wurden ihm zugleich die öffentlichen Vorlesungen über Chemie übertragen. 1806 wurde Berzelius Lehrer der Chemie an der Carlbergschen Militärschule und ein Jahr darauf öffentlicher Professor der Chemie und Pharmazie an der medizinischen Schule. 1808 ernannte man ihn zum Mitgliede der Stockholmer Akademie, welche ihn 1810 zu ihrem Präsidenten wählte und ihm gleichzeitig für seine wissenschaftlichen Forschungen eine jährliche Summe bewilligte. Anläßlich der Krönung Königs Karl Johann (1818) wurde er in den Adelsstand erhoben — mit der besonderen Erlaubnis, seinen Namen unverändert beibehalten zu können — was in Schweden sonst nicht üblich ist.

Nach dreißigjähriger Dienstleistung nahm Berzelius seine Entlassung als Professor an der medizinischen Schule. Wiederum verlieh ihm der König seine Huld, indem er ihn zum Professor emeritus honorarius ernannte und 1835 bei Gelegenheit von Berzelius' Verehelichung in den Freiherrnstand erhob. Sein tatenreiches Leben beschloß er am 7. August 1848. —

Berzelius' große Verdienste um die chemische Wissenschaft fanden nicht nur in seinem eigenen Lande, sondern auch in dem Auslande von seiten aller maßgebenden Chemiker begeisterte Würdigung. Durch seine Reisen nach England (1813), Deutschland und Frankreich (1819), nach Böhmen (1822), abermals nach Deutschland (1830) und im Jahre 1835 nach Bonn zu der Versammlung deutscher Naturforscher kam er mit den ersten wissenschaftlichen Autoritäten in persönliche Berührung.

Wie schon hervorgehoben, hatte ihm sein König große Ehrungen zuteil werden lassen, aber auch die chemische Industrie, die durch seine hervorragenden Arbeiten große Förderung fand, ließ es sich nicht nehmen, ihre Dankbarkeit ihm gegenüber zu bezeigen, indem ihm beispielsweise die Direktion der Eisenwerke in Schweden eine hohe Pension bewilligte.

Ferner ehrten ihn die Akademien der verschiedensten Länder, indem sie ihn als Mitglied in ihren Listen aufführten; Berzelius war einer der hervorragendsten Forscher und betätigte sich nicht nur als solcher, sondern er nahm auch als Schriftsteller und nicht zuletzt als Lehrer eine bevorzugte Stellung unter seinen Fachgenossen ein. Aus seinem Laboratorium gingen Chemiker hervor, die zu den ausgezeichnetsten der neueren Zeit gehören; es sind dieses unter anderen Heinrich und Gustav Rose, Mitscherlich, Wöhler, Chr. Gmelin, Magnus, Mosender. Schon diese an-

Jacob Berzelius.
(Eigene Sammlung.)

geführten Namen geben einen Beweis dafür, welche Erfolge Berzelius durch seine Lehrtätigkeit erzielt hat.

Vor allem zeichnen sich Berzelius' Arbeiten durch scharfsinnige Wahl der Hilfsmittel und durch ungewöhnliche Ausdauer aus; sie berühren nicht nur die Hauptteile der Chemie, sondern dringen tief in sie hinein und haben zu Wichtigem Anlass gegeben.

Wie wir aus seiner Biographie ersehen haben, benutzte er die ersten sieben Jahre dazu, um sich nur den wissenschaftlichen, speziell chemisch physiologischen Forschungen hinzugeben und nach dieser Zeit erhob sich sein Schaffen auf eine höhere Stufe. Denn von jetzt an ging sein Streben nur dahin, die chemischen Proportionen eingehend zu erforschen, um somit die Atomlehre weiter ausbilden zu können. Zu den ersteren Forschungen wurde er durch Richters Schriften und die Entdeckung Davys angeregt, ohne jedoch von Daltons Arbeiten irgend etwas gewusst zu haben.

Das Werkzeug der Analyse sollte dazu dienen, ihm andere größere Gebiete zu erschließen, namentlich die Zusammensetzung der Mineralkörper auf Grund der Atomtheorie bezw. mit Hilfe des Gesetzes der multiplen Proportionen zu erforschen. Wir wollen, bevor wir auf sein speziell chemisches System näher eingehen, vorerst seine anderen Arbeiten in der analytischen Chemie kurz anführen; hierbei sei bemerkt, daß er bei der Mineralanalyse zur Bestimmung des Alkaligehaltes die Flußsäure (1823) in Anwendung brachte und bei der Trennung von Metallen, die flüchtige Chloride bilden, das Chlor benutzte. Auch gab Berzelius eine große Anzahl von Vorschriften für die Analysierung der verschiedensten Mineralwasser (1822), des Platinerzes (1828). Auch die qualitative Untersuchung suchte er dem Chemiker zu vereinfachen und zu erleichtern; erinnert sei an die Einführung des Lötrohres, welches als handliches Hilfsmittel hauptsächlich in der Mineralogie bei chemischen Untersuchungen Eingang fand.

Ferner verdanken wir Berzelius eine große Anzahl neu entdeckter Stoffe, wie z. B. die Ceriumoxyde, die er mit Hisinger gemeinschaftlich und gleichzeitig mit Klaproth 1803 fand und als die Sauerstoffverbindungen eines neuen Metalls erkannte; ferner die Entdeckung des Selen (1818) und der Thorerde (1828); dabei begnügte sich Berzelius nicht nur mit der Entdeckung allein, sondern er untersuchte auch auf das genaueste ihre chemischen Verhältnisse. Eine große Anzahl früher nicht gekannter zusammengesetzter Stoffe, worin als Bestandteile die von ihm neu entdeckten oder auch schon länger untersuchten Substanzen befindlich sind, wurden durch ihn entdeckt; auch stellte er viele Körper, die zwar schon bekannt, aber noch nicht rein

isoliert waren, dar; beispielsweise das Silicium (1823), das Zirkonium (1824), das Tantal (1824).

Noch andere Teile der theoretischen Chemie verdanken Berzelius besonders ihre Ausbildung, so die Lehre von den salzartigen Verbindungen, welche statt des Sauerstoffes Schwefel enthalten. Sehr wichtig war seine Arbeit (1826—27), in der er nachwies, daß Schwefel sich mit säuerungsfähigen Radikalen und mit den Grundlagen der Alkalien zu Körpern vereinigt, welche gegeneinander sich wie Säuren zu Basen verhalten und in ihrer weiteren Verbindung salzartige Substanzen herstellen. Ferner gehören hierher seine Forschungen über die organischen Säuren (1814), über das Selen (1818), über die Verbindungen des Schwefels mit Alkalien (1821), über die Fluorverbindungen (1824), über das Platin (1828), über das Tellur und seine Verbindungen (1831—33), über die Meteorsteine (1834) und andere.

Bezüglich seiner gemeinschaftlichen Arbeiten mit anderen Chemikern möge an die mit Hisinger über die Untersuchungen der chemischen Wirkungen des Galvanismus (1803), des Cers (1803), des Ammoniumamalgams (1808) erinnert sein; mit Marcet untersuchte er den Schwefelkohlenstoff (1813), und mit Dulong arbeitete er über die quantitave Zusammensetzung des Wassers (1820). Kopp sagt in seinen Beiträgen über Berzelius' Arbeiten (S. 401): „Für die chemische Theorie im allgemeinen nützte Berzelius ferner wesentlich noch durch die Zusammenfassung von Tatsachen, welche zum Teil von einzelnen anderen Chemikern entdeckt worden waren, und durch die Einführung der resultierenden Wahrheiten in das Lehrgebäude neuerer Wissenschaft. So hat er den größten Anteil daran, daß die theoretische Chemie mit der Lehre von der Isomerie, Polymerie und Metamerie bereichert worden ist; er suchte über die Notwendigkeit darzutun, daß eine Klasse von Verwandtschaftserscheinungen als Wirkungen der katalytischen Kraft zu unterscheiden sei, wobei die bloße Gegenwart eines Körpers Verbindungs- oder Zersetzungsgänge bei anderen Stoffen hervorrufe, ohne daß der erstere Körper selbst an der Zersetzung oder Verbindung teilnimmt; er dehnt die Betrachtungsweise, wie gasförmige organische Substanzen dem Volum nach zusammengesetzt sind, darauf aus, in welchen Raumverhältnissen sich in ihnen die näheren Bestandteile vereinigt finden, während man vorher fast immer nur das Volum der darin enthaltenen Elemente mit dem Volum der Verbindung selbst verglich; und stets noch, fährt er fort (im Jahre 1843 geschrieben!) in seinen Jahresberichten und den neuen Ausgaben seiner anderen Werke aus den Beobachtungen anderer für die Theorie die Resultate hervorzuheben,

welche ihm durch dieselben angezeigt erscheinen. Die zuverlässigere Konstatierung der Tatsachen förderte er außerdem noch durch zahlreiche Kontrollarbeiten für die Angaben anderer Chemiker."

Heinrich Rose, ein Schüler Berzelius', schilderte dessen Charakter in einer am 3. Juli 1851 in der öffentlichen Sitzung der Berliner Akademie gehaltenen Gedächtnisrede mit folgenden wohltuenden Worten: „Was den, der längere Zeit den Umgang von Berzelius zu genießen das Glück hatte, so unwiderstehlich an ihn fesselte, war nur zum Teil der hohe Genius, dessen Funken aus allen seinen Arbeiten hervorsprühten, war nur zum Teil die Klarheit, die überraschende Fülle der Ideen, die unermüdliche Sorgfalt und der große Fleiß, der allem, was ihn anging, das Gepräge der höchsten Vollendung ausdrückte. Es waren — und jeder, der ihn genau kannte, wird mit mir übereinstimmen — es waren zugleich jene Eigenschaften, die ihn auch als Mensch so hoch stellten, es war die Aufopferung für andere, die edle Freundschaft, die er für alle zeigte, welche er derselben wert hielt; die hohe Uneigennützigkeit, die große Gewissenhaftigkeit, die vollkommene und gerechte Anerkennung der Verdienste anderer, kurz, es sind alle jene Eigenschaften gewesen, die aus einem biederen, ehrenwerten Charakter entspringen"; dann fährt Rose über das Wirken als Lehrer fort: „Wenn aber ein Mann, mit dem außerordentlichen Forschertalente ausgerüstet, alle Teile seiner Wissenschaft mit den wichtigsten Tatsachen bereichert, auf gleiche Weise in empirischen und spekulativen Forschungen sich auszeichnet, das Ganze mit philosophischem Geiste umfaßt, zugleich systematisch das Einzelne lichtvoll ordnet und in einem möglichst vollständigen und kritisch gesichteten Lehrgebäude der Welt vorlegt und endlich auch einem wißbegierigen Kreise von Schülern als praktischer und theoretischer Lehrer ein erhabenes Muster wird, so erfüllt ein solcher in seiner Wissenschaft die höchsten Anforderungen in einem Grade, daß er noch in späterer Zeit als ein glänzendes Vorbild leuchten wird."

Dieses sind wahrhaft goldene Worte, nur möchten wir eine Bemerkung hinzufügen. Berzelius scheute keineswegs eine gesunde Reform, doch trat er mit den kräftigsten Mitteln allem Gewaltsamen entgegen und scheute selbst eine hitzige Polemik nicht, wenn eine von ihm für gut gehaltene Sache auf dem Spiele stand. Meyer schreibt in seiner schon des öfteren zitierten „Geschichte der Chemie" S. 180: „Berzelius' Polemik gegen Dumas, Laurent, auch Liebig u. a. ist vielfach hart und unrichtig beurteilt worden, derart, daß auf sein gesamtes Wirken ein falsches Licht fiel. Namentlich die jüngere chemische Generation vergaß bald nach

seinem Tode den schuldigen Dank für die unvergänglichen Verdienste, die er sich um den Ausbau der Wissenschaft erworben hatte. Ja, spöttische Bemerkungen über Irrungen von Berzelius finden sich leider noch in unseren Werken, in denen die Entwicklung chemischer Theorien besprochen ist."

Wir kommen nunmehr zu Berzelius' chemischem System. Wie Ladenburg in seinen Vorträgen (S. 92 ff.) richtig sagt, hat Berzelius den Dualismus zur Basis seiner Theorien erhoben und wenn auch schon vorher die meisten Verbindungen als aus zwei Teilen bestehend angesehen werden, so ist doch unserem genialen Forscher das Verdienst zuzuschreiben, erst durch die elektrochemischen Erscheinungen eine einheitliche Betrachtung über die Zusammensetzung der Verbindungen in die Wissenschaft eingeführt zu haben. Wie Berzelius in seinem „Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence de l'électricité" 1819 p. 26 selbst mitteilt, werden zusammengesetzte Körper durch Nebeneinanderlegung von Atomen hervorgebracht. Den Grund der Vereinigung zweier Atome sucht er in der Affinität, der Verwandtschaft, und auch dieses ist wiederum eine Folge der elektrischen Eigenschaften der kleinsten Teilchen. Schon Davy hatte die Auffassung über den Zusammenhang der chemischen und elektrischen Erscheinungen ausgesprochen, ohne jedoch eine Theorie zu schaffen, die zur Grundlage chemischen Arbeitens und Forschens nutzbar geworden wäre. Dieses war Berzelius vorbehalten, welcher sich das Ziel gesteckt hatte, ein einheitliches System, welches auf alle bekannten Tatsachen anwendbar war, in der Chemie durchzuführen.

Auf Seite 85 des oben erwähnten Werkes kommt Berzelius auf das Entstehen der Elektrizität zu sprechen und führt dabei aus, daß letztere nicht durch Berührung zweier Körper sich kundgibt, sondern, daß diese direkt eine Eigenschaft der Materie sei und daß in jedem Atome zwei entgegengesetzte elektrische Pole vorausgesetzt werden; dieselben enthalten aber nicht gleiche Mengen von Elektrizität, die Atome sind unipolar, die Elektrizität des einen Pols ragt über die des anderen vor, so daß jedes Atom entweder positiv oder negativ elektrisch erscheint.

Die Elektrizität ist die erste Tätigkeitsursache der uns umgebenden Natur. Wenn beispielsweise ein Körper C die Verbindung AB zersetzen soll, so daß B frei wird, so muß C eine größere Menge elektrischer Polarität von A neutralisieren können, als es B tun kann, und dann tritt nur ein doppelter Zustand zwischen AB und CD ein, wenn in AC und BD die elektrischen Polaritäten besser ausgeglichen sind, als sie es vorher waren.

Berzelius begrüßt diese Theorie mit folgenden Worten: „Sind die elektrochemischen Ansichten richtig, so folgt daraus, daß jede chemische Verbindung einzig und allein von zwei entgegengesetzten Kräften, der positiven und der negativen Elektrizität, abhängt, und daß also jede Verbindung aus zwei durch die Wirkung ihrer elektrochemischen Reaktion vereinigten Teilen zusammengesetzt sein muß, da es keine dritte Kraft gibt. Hieraus folgt, daß jeder zusammengesetzte Körper, welcher auch die Anzahl seiner Bestandteile sein mag, in zwei Teile getrennt werden kann, wovon der eine positiv, der andere negativ elektrisch ist. So z. B. ist das schwefelsaure Natron nicht aus Schwefel, Sauerstoff und Natrium zusammengesetzt, sondern aus Schwefelsäure und Natron, die wiederum in einen positiven und negativen Bestandteil getrennt werden können. Ebenso kann auch der Alaun nicht als unmittelbar aus seinen Elementen zusammengesetzt betrachtet werden, sondern er ist als das Produkt der Reaktion zwischen schwefelsaurer Tonerde als negatives Element auf das schwefelsaure Kali, als positives Element anzusehen und so rechtfertigt die elektrochemische Theorie das, was ich über die zusammengesetzten Atome erster, zweiter, dritter Ordnung gesagt habe."

Aus diesen Sätzen geht deutlich hervor, daß sich Berzelius eine bestimmte Norm über die Konstitution der Verbindungen gebildet hat und daß er die Anordnung der Atome in den Verbindungen hauptsächlich durch die Spaltung, welche sie unter dem Einfluß des elektrischen Stromes zeigen, so genau zu kennen glaubte, daß er nur eine bestimmte Auffassung für nötig hielt.

Bezüglich der Nomenklatur und Zeichenlehre hat Berzelius die schon durch Guyton, Lavoisier, Berthollet und Fourcroy gegebenen Methoden erheblich verbessert und vervollständigt.

Die Körper zerfallen in ponderable und imponderable; zu letzteren gehört die Elektrizität, der Magnetismus, die Wärme und das Licht, die ersteren dagegen werden eingeteilt in Elemente und Verbindungen, Lösungen und Gemenge. Die Sauerstoffverbindungen benennt Berzelius entweder Oxyde oder Säuren; Suboxyde sind diejenigen Körper dieser Klasse, welche weder basische noch saure Eigenschaften haben und verhältnismäßig wenig des negativen Elementes enthalten.

Die Verbindungen mit Wasser können nach Berzelius in dreierlei Form mit den Körpern vereinigt vorkommen und zwar spielt das Wasser entweder die Rolle einer Säure, wie in den ätzenden Alkalien, oder die einer Basis, wenn es sich mit Säuren verbindet. In beiden Fällen wird es Hydratwasser — von der dritten Form der Verbindung, dem Kristallwasser unterschieden — genannt.

Berzelius' Zeichensprache hat sich überaus praktisch erwiesen, so daß wir sie fast ohne wesentliche Änderung angenommen haben. Wie nachstehende Beispiele zeigen, wird dabei das Atomgewicht eines Elementes durch den Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens dargestellt. Durch Nebeneinandersetzen der Zeichen erhält man die Atomgewichte bezw. Atome der Verbindungen.

Nach der Tabelle von 1815 schrieb Berzelius:

Kupferoxydul	Kupferoxyd	Bleioxyd	Kohlensaurer Kalk	Schwefels. Kupferoxyd
$\dot{C}u$	$\check{C}u$	$\ddot{P}b$	$\check{C}aC^2$	$\check{C}u\ddot{S}^2 + 10\,H^2O$

während er 1826 dieselben Verbindungen schrieb:

$\dot{C}u$	$\dot{C}u$	$\dot{P}b$	$\dot{C}a\dot{C}$	$Cu\ddot{S} + 5\,\dot{H}$

Die abgekürzten mineralogischen Formeln führte Berzelius schon 1814 ein.

Bei der Bestimmung der Anzahl der Atome in einer Verbindung geht Berzelius von rein chemischen Tatsachen aus; die Daltonsche Theorie verwirft er vollständig und schreibt über ihre Grundlosigkeit: „Wenn nur eine Verbindung bekannt ist, so liegt doch etwas Willkürliches in der Idee, ohne alle Rücksicht auf die übrigen Verhältnisse dieser Verbindung anzunehmen, daß sie aus einem Atom eines jeden Elementes bestehe." (Lehrbuch der Chemie III 1, 108.)

Betreffs der Gesetzmäßigkeiten, welche die Anzahl der sich untereinander verbindenden Atome regeln, gibt Berzelius folgende Begründung: „Könnten sich eine unbegrenzte Zahl Atome eines Elementes mit unendlich vielen Atomen eines anderen Elementes verbinden, so würden daraus unendlich viele Verbindungen entstehen, die sich in ihrer Zusammensetzung so wenig unterscheiden würden, daß selbst unsere besten Analysen keine Differenz zeigten. Die Ansicht, daß die Körper aus unteilbaren Atomen bestehen, durch deren Aneinanderlagerung die chemischen Verbindungen zustande kommen, reicht also noch nicht aus, um die multiplen Proportionen zu erklären; so müssen noch besondere Gesetze bei der Verbindung der Atome obwalten, welche die Zahl der Verbindungen beschränken und es sind vorzüglich diese Gesetze, von denen die chemischen Proportionen abhängen." (Vergl. Ebd. S. 88.)

Wenn Berzelius schreibt: „Wir kennen z. B. mit voller Sicherheit die relative Anzahl von Atomen des Stickstoffs und des Sauerstoffs in den Oxydationsstufen des Stickstoffs, die des Stickstoffs und Wasserstoffs in Ammoniak, die des Chlors und Sauerstoffs in dessen Oxydationsstufen," (ebd. S. 89), so ist nach ihm Atom und Volum bei einfachen Gasen induktisch und wird somit von ihm die Gay-Lussac'sche Theorie bestätigt.

„Man hat angenommen, das Wasser sei aus 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Wasserstoff zusammengesetzt; da es aber 2 Volumen des letzteren Gases auf 1 Volum des ersteren enthält, so schloß man daraus, in dem Wasserstoff und in den brennbaren Körpern überhaupt habe das Volum nur die Hälfte vom Gewichte des Atoms, während im Sauerstoff Volum und Atom dasselbe Gewicht haben. Da dies nur eine willkürliche Annahme ist, deren Richtigkeit nicht einmal geprüft werden kann, so erscheint es mir viel einfacher und der Wahrscheinlichkeit angemessener zu sein, dieselbe Beziehung von Gewicht zwischen Volum und Atom in den brennbaren Körpern wie im Sauerstoff anzunehmen, weil Nichts eine Verschiedenheit zwischen denselben vermuten läßt. Betrachtet man das Wasser als aus 2 Atomen Radikal und 1 Atom Sauerstoff zusammengesetzt, so fallen die Corpuscular (Atom-) und Volum Theorie zusammen, so daß ihre Verschiedenheit nur in dem Aggregatzustande, in welchem sie uns die Körper darstellt, besteht." (Ebd. S. 44.)

Hierbei ist zu bemerken, daß Berzelius die Identität von Volum und Atom auf zusammengesetzte Gase nicht ausdehnt, daß die Atome dieses weder mit den Atomen der Elemente noch unter sich gleichen Raum erfüllen, wie dieses auch aus seinen Atomgewichtsbestimmungen deutlich hervorgeht; für ihn ist H = 1 = 1 Vol. 1 Atom Wasserstoff, H_2O = 18 = 2 Vol. 1 Atom Wasser, HCl = 73 = 4 Vol. 1 Atom Salzsäure; allerdings nennt er HCl = 36,5 ein Atom Salzsäure und sagt HCl sei das Doppelatom, allein in Wirklichkeit gebraucht er meist die Formel HCl.

In seinem „Essai sur la théorie" etc. p. 30 stellt Berzelius für die Bestimmung der relativen Anzahl von Atomen folgende Regeln auf, die freilich nur für organische Körper Gültigkeit haben:

1. Ein Atom eines Elementes verbindet sich mit 1, 2, 3 etc. eines anderen Elementes.

2. Zwei Atome eines Elementes können sich mit 3 oder 5 Atomen eines anderen Elementes vereinigen.

In seinem Lehrbuche (1828) neigt er sich der Auffassung zu, daß eine Verbindung von 2 Atomen eines Elementes mit 4 oder 6 eines anderen mit der Zusammensetzung von 1 Atom des ersten, mit 2 oder 3 des zweiten Elementes nicht identisch sei. Ganz ähnlich sind die Verbindungsgesetze zusammengesetzter Atome 1., 2. und 3. Ordnung, doch gelten hier gewisse Einschränkungen und zwar daherrührend, daß, „wenn sich zusammengesetzte Atome verbinden, sie entweder den elektronegativen oder seltener den elektropositiven Bestandteil gemeinsam haben, und die Verhältnisse, in welchen sich dann diese Atome vereinigen, von dem ge-

meinschaftlichen Elemente in der Weise bestimmt werden, daß sich die Quantitäten desselben in dem einen Bestandteile zu den im anderen verhalten wie 1 zu 1, 2, 3, 4, 5, 6 usw., wie 3 zu 2 oder 4, oder schließlich wie 5 zu 2, 3, 4, $4^1/_2$ und 6.“ (Ebenda.)

In seiner Theorie der chemischen Proportionen (1819) stellt Berzelius zwei Regeln auf:

1. Bildet ein Element oder Radikal mehrere Oxyde und verhalten sich die Sauerstoffmengen in demselben einer bestimmten Quantität des anderen Elementes gegenüber wie 1 zu 2, so muß man anerkennen, daß die erste Verbindung aus 1 Atom Radikal und 1 Atom Sauerstoff besteht, die zweite aus 1 Atom Radikal und 2 Atomen Sauerstoff (oder 2 Atome Radikal und 4 Atome Sauerstoff) zusammengesetzt ist. Ist das Verhältnis 2 zu 3, so besteht die erste Verbindung aus 1 Atom Radikal und 2 Atomen Sauerstoff, die zweite aus 1 Atom Radikal und 3 Atomen Sauerstoff usw.

Hierzu macht er in seinem Lehrbuche folgenden Zusatz:

Ist das Verhältnis der Sauerstoffmengen zweier Verbindungen wie 2 zu 3, so können auch in der ersten 1 Atom Radikal mit 1 Atom Sauerstoff, in der zweiten 2 Atome Radikal mit 3 Atomen Sauerstoff verbunden sein.

2. Verbindet sich ein positives Oxyd mit einem negativen, z. B. eine Base mit einer Säure, so ist der Sauerstoff in der letzteren ein Multiplum mit einer ganzen Zahl von Sauerstoff des ersteren, und diese Zahl ist dann gewöhnlich zugleich die Anzahl der Sauerstoffatome im negativen Oxyd.

In der Übersetzung der 2. Auflage seines Lehrbuches (deutsche Ausgabe) wurden neue Regeln, die durch die Entdeckung des Isomorphismus durch Mitscherlich, dann aber auch durch den neuaufgestellten Satz, welchen Dulong und Petit (1819) inbezug auf die Atomgewichte fester Elemente und ihre spezifischen Wärmen gefunden, aufgestellt. Da diese Neuerungen für uns von großer Wichtigkeit sind, wollen wir die Resultate dieser Arbeiten hier einschalten, um dann auf die Atomgewichtsbestimmungen Berzelius' zurückzukommen.

P. L. Dulong, geboren den 12. Februar 1785 in Rouen, starb als Studiendirektor der polytechnischen Schule im Jahre 1838 in Paris; er besuchte die polytechnische Schule in Paris, studierte Physik und Chemie, wurde Professor der Chemie an der Faculté des sciences; später an die Normalschule und an die Veterinärschule zu Alfort berufen, erhielt er 1820 den Ruf als Professor der Physik an die polytechnische Schule zu Paris,

P. L. Dulong.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

zu deren Studiendirektor er im Jahre 1830 ernannt wurde. 1832 bekam Dulong die Ernennung als ständiger Sekretär der Akademie der Wissenschaften.

Dulongs Arbeiten betreffen das Grenzgebiet zwischen Chemie und Physik, speziell die Wärmelehre. Er hat sich dann auch durch seine chemisch physikalischen Arbeiten grosse Verdienste um die Wissenschaft erworben. Aber auch seine rein chemischen Arbeiten, wie beispielsweise die über den Chlorstickstoff, bei dessen Entdeckung (1811) er ein Auge und mehrere Finger verlor, ferner die über Sauerstoffverbindungen des Phosphors und Stickstoffs und nicht zuletzt seine erfolgreichen Spekulationen über die Konstitution der Säuren sichern ihm einen ehrenvollen Platz in unserer Geschichte.

Von seinen Schriften sind zu nennen seine „Recherches sur quelques points importants de la théorie de la chaleur“ ferner die von der Pariser Akademie preisgekrönte Arbeit: „Recherches sur la mesure des températures et sur les lois de la communication de la chaleur“.

T. A. Petit, geboren 1791, starb als Professor der Physik an der polytechnischen Schule zu Paris; für uns kommt er nur in Bezug auf seine mit Dulong ausgeführten Arbeiten in Betracht, da sich seine übrigen Forschungen auf dem Gebiete der speziellen Physik bewegen.

Diese beiden Forscher, deren Lebensdaten wir soeben kurz anführten, kamen durch ihre Versuche zu der Folgerung, daß die spezifischen Wärmen von Wismuth, Blei, Gold, Platin, Zinn, Silber, Zink, Tellur, Kupfer, Nickel, Eisen, Kobalt und Schwefel nahezu umgekehrt proportional ihren Atomgewichten seien, und faßten diese neue Theorie in folgenden Sätzen zusammen: „Die Atome der einfachen Körper haben die gleiche Wärmekapazität“ oder „die Atomwärmen der Elemente sind gleich groß“. Diese Neuerung fand Unterstützung, umsomehr sich die meisten metallischen Grundstoffe dem Dulong-Petit'schen Satze anpaßten.

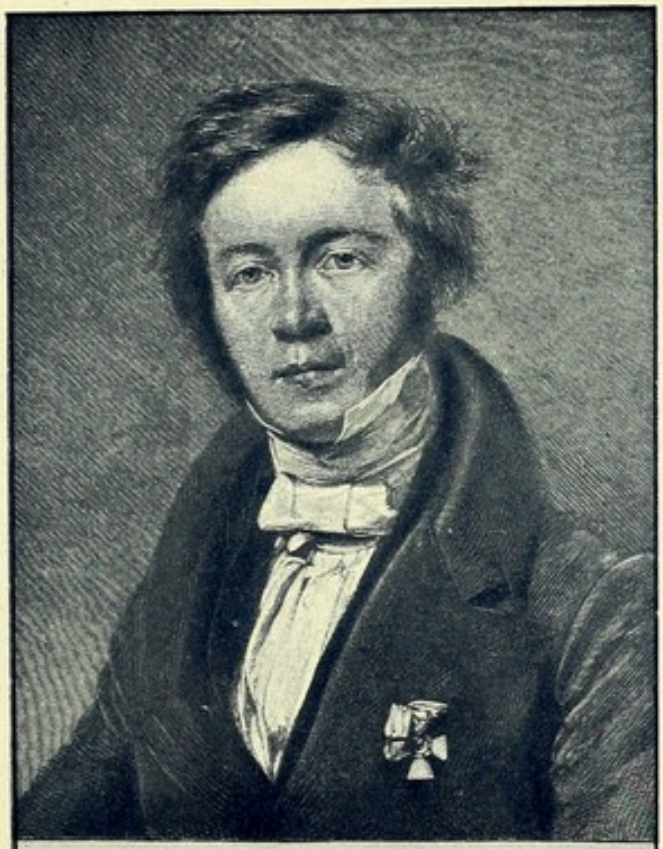
Um das Gesetz aufzustellen, hatten Dulong und Petit die Atomgewichte der meisten Metalle im Verhältnisse zu dem des Schwefels nur halb so groß vorausgesetzt, wie sie Berzelius (1819) angegeben hatte. Für Schwefel nahmen sie wie Berzelins 201 als Atomgewicht an ($0 = 100$), setzten aber dann Eisen $= 339$, während Berzelius für dasselbe 693 aufgestellt hatte. Neumann zeigte im Jahre 1831, daß sich Dulongs und Petits Gesetz auch auf analog zusammengesetzte Verbindungen ausdehnen läßt, d. h. daß die spezifischen Wärmen derselben multipliziert mit ihrem Äquivalentgewicht gleiche Produkte geben; dieser Satz bezog sich in der Hauptsache auf die kohlen- und schwefelsauren Salze.

Die folgende Tabelle, welche einige der von Dulong und Petit erhaltenen Resultate zeigt, erläutert diese Tatsache.

Element	Atomgewicht	Spez. Wärme	Atomwärme
Wismut	208	0,0288	6,0
Blei	207	0,0293	6,0
Gold	197	0,0298	5,8
Platin	195	0,0314	6,1
Silber	108	0,0570	6,1
Kupfer	63	0,0952	6,0
Eisen	56	0,1138	6,4
Schwefel . . .	32	0,1776	5,7

Was nun die Stellungnahme Berzelius zu dem neuaufgestellten Gesetze betrifft, so gab er wohl zu, daß die von Dulong-Petit hervorgebrachten Resultate für die theoretische Chemie von großer Bedeutung seien, doch konnte er sich keineswegs dazu verstehen, seine eigenen Atomgewichte einer durchgreifenden Änderung zu unterziehen, weil dann — wie er hervorhob — für die Verbindungen einiger Elemente unwahrscheinliche atomistische Verhältnisse angenommen werden mussten. Erst allmählich gab Berzelius seine Bedenken auf, nachdem noch andere Gründe in gleichem Sinne geltend gemacht wurden. Wir werden nunmehr zu den interessanten Resultaten Mitscherlichs übergehen.

Eilhard Mitscherlich wurde als Sohn eines Predigers im Jahre 1794 zu Neuende bei Jever in Oldenburg geboren; nach Absolvierung des Gymnasiums zu Jever bezog er im Jahre 1811 die Universität zu Heidelberg und widmete sich hauptsächlich dem Studium der Philologie und der orientalischen Sprachen; 1813 ging Mitscherlich nach Paris und setzte ein Jahr darauf seine Studien in Göttingen fort. Nebenbei beschäftigte er sich hier mit Naturwissenschaften und studierte Zoologie, Mineralogie, Physik, Chemie und einzelne Teile der Medizin. 1818 ging Mitscherlich nach Berlin, um sich dort zu habilitieren und arbeitete, da die Professur der Chemie seit Klaproths Tode noch nicht wieder besetzt war, im botanischen Laboratorium des Prof. Link; seine Arbeiten konzentrierten sich auf die Untersuchung der phosphorsauren und arsensauren Salze, für welche Berzelius Sauerstoffproportionen gefunden hatte, die von denen aller übrigen Salze abwichen. In diesem Laboratorium wurde Mitscherlich mit dem späteren Mineralogen G. Rose bekannt. Dieser schreibt in seinem Aufsatze: „Über die Entdeckung der Isomorphie“ (Zeitschrift d. d. geolog. Ges. 1868, 20, 621): „Mitscherlich erzählte mir von seinen Arbeiten mit den phosphor- und arsensauren Salzen, und wie er überrascht gewesen sei, zu sehen, daß die Salze beider Säuren, deren chemische Zusammensetzung er genau untersucht habe, wenn auch von der einen



Eilhard Mitscherlich.

(Eigene Sammlung.)

Säure nicht das Mindeste in dem Salze der anderen enthalten sei, doch, soweit er es beurteilen könnte, oft eine gleiche Form hätten, und bat mich, die Krystalle zu messen . . . Wenn sich auch Mitscherlich noch gar nicht mit Krystallographie beschäftigt hatte, so sah er doch ein, daß die gleiche Form ganz verschieden zusammengesetzter Körper, wenn sie sich bestätigte, eine Tatsache von der größten Wichtigkeit wäre, und daß er dadurch genötigt sei, sich näher mit der Krystallographie zu beschäftigen. Es wurde also verabredet, daß ich Mitscherlich in der Krystallographie unterrichten, und, um mir von seiner Seite einen Ersatz zu geben, weil ich mich noch gar nicht praktisch mit der Chemie beschäftigt hatte, ich unter seiner Leitung chemische Analysen machen sollte." Nunmehr begann eine sehr rege gemeinsame Arbeit der beiden Forscher; als Rose auf einer Studienreise im Sommer 1819 begriffen war, hörte er, daß Berzelius auf der Rückreise von Paris in Dresden anwesend sei. Unser junger Gelehrter, der sich im Erzgebirge befand, machte sich sofort auf den Weg, um sich Berzelius vorzustellen, wobei er ihm von den Untersuchungen von Mitscherlich berichtete, „was er (Berzelius) mit großer Aufmerksamkeit anhörte, indem er deren Wichtigkeit für die Hebung so mancher Schwierigkeiten in seinem System wohl schon ahnte. Berzelius war so auf Mitscherlich aufmerksam geworden; in Berlin angekommen, machte er bald seine persönliche Bekanntschaft und hegte nun für ihn ein so lebhaftes Interesse, daß er bei einem Gastmahl, das der General Hellwig seinem alten Freunde Berzelius zu Ehren veranstaltete und wozu er auch den Minister Altenstein geladen hatte, es durchzusetzen suchte, daß der Minister Mitscherlich, der sich der chemischen Welt noch durch nichts bekannt gemacht hatte, gleich zum Professor der Chemie an der Universität und zum Nachfolger Klaproths, des berühmtesten Chemikers seiner Zeit, ernennen möchte". Der Minister ging jedoch auf diesen Vorschlag nicht ein, sondern er gab Mitscherlich den guten Rat, mit Berzelius nach Stockholm zu gehen, um im dortigen Laboratorium einige Zeit zu arbeiten. Bis 1821 arbeitete Mitscherlich bei Berzelius, wo er seine Untersuchung über die phosphorsauren und arsensauren Salze und zwar in besonderer Rücksicht auf die genaueren analytischen Methoden weiter ausführte. Mitscherlich gab der von ihm entdeckten Eigenschaft der Körper auf Berzelius' Rat die Bezeichnung „Isomorphie".

Von seinen weiteren chemischen Arbeiten mögen noch angeführt sein solche über die Mangan- und Übermangansäure, über Selensäure, über Benzol und Abkömmlinge desselben; ferner seine erfolgreichen Ver-

suche, Mineralien künstlich zu bilden usw. Alles dieses beweist, daß Mitscherlich ein vielseitiger Forscher war. Im Jahre 1821 erhielt Mitscherlich den Ruf als Nachfolger Klaproths und siedelte wieder nach Berlin über, wo er bis an sein Lebensende (1863) als hervorragender Lehrer wirkte.

Von den veröffentlichten Schriften sind folgende von Bedeutung: seine Abhandlung „Über die Krystallisation der Salze, in denen das Metall der Basis mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist", die am 9. Dezbr. 1819 der Berliner Akademie vorgelegt und in den Abhandlungen derselben für 1818—1819 (Berlin 1820) gedruckt wurde. Ferner seine Publikation in den „Annales de Chimie et de Physique" 14, 172—190 (1820): „Sur la rélation, qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques. Première mémoire sur l'identité de la forme cristalline chez plusieurs substances différentes, et sur le rapport de cette forme avec le nombre des atomes élémentaires dans les cristaux. Ein Jahr darauf in den „Annales de Chimie et de Physique" 19, 350: „Sur la rélation, qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques. II. mémoire sur les arsénices et les phosphates." Die letztere Abhandlung enthält nun die ersten mit detaillierten chemischen und krystallographischen Angaben belegten Mitteilungen über die Isomorphie, zugleich aber auch den ersten Nachweis der Eigenschaft eines Körpers, in zwei ganz verschiedenen Formen zu krystallisieren, welche allerdings erst später von Mitscherlich durch die Entdeckung der Dimorphie des Schwefels näher begründet wurde. Von dieser Arbeit erschien eine deutsche Übersetzung in den „Gesammelten Schriften von Eilhard Mitscherlich", herausgegeben von A. Mitscherlich (Berlin 1896, S. 133—173). Hervorzuheben ist ferner noch das im Jahre 1829 zuerst erschienene „Lehrbuch der Chemie", welches sich nach Form und Inhalt auszeichnet. Vergl. Über das Verhältnis zwischen der chemischen Zusammensetzung und der Krystallform arseniksaurer und phosphorsaurer Salze von E. Mitscherlich, 1821 (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 94). Nachdem Mitscherlich in der soeben erwähnten Abhandlung seine Untersuchungen über die Salze schriftlich niedergelegt hatte, kam er zu folgender Schlußfolgerung (S. 52): „Es ist demnach festgestellt, daß ein und derselbe Körper, der aus denselben Stoffen nach denselben Proportionen zusammengesetzt ist, zwei verschiedene Formen annehmen kann, was auf noch unbekannten Umständen beruht. Nach der Atomtheorie kann man diese Erscheinung leicht verstehen. Verschiedene Formen sollen nämlich entstehen, je nachdem die Lagen der Atome zu einander verändert werden,

die Anzahl der besonderen Formen aber, die nach der Annahme einer solchen Ansicht sich zeigen könnten, bleibt eine ganz beschränkte. Keine Erscheinung steht allein innerhalb des Gebietes der Physik, und das Gesetz, welches wir hier gefunden haben, kann man auf die gesamten Krystallbildungen ausdehnen. Dieselbe Erscheinung, die sich hier bei einem Salze zeigt, muß auch bei den Oxyden eintreffen können, und dieses stimmt mit dem überein, was ich bereits im Anfange dieser Abhandlung gesagt habe, nämlich, daß verschiedene chemische Verbindungen, nach denselben Verhältnissen gebildet, sich in mehrere große Abteilungen von isomorphen Körpern sondern, d. h. in solche, welche eine gleiche Krystallform haben. Die Ursache, weshalb diese Abteilungen stets die ihrer Klasse angehörige Krystallisationsform beibehalten, ist dieselbe, aus welcher das saure phosphorsaure und saure arsenigsaure Natron gewöhnlich verschiedene Krystallformen annehmen. Sie liegt nämlich in der verschiedenen Stellung, welche die Atome zu einander haben.

Ich würde Unrecht tun, diese Ansicht aufzustellen, ohne sie stützen zu können. In meiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand habe ich zu zeigen versucht, und ich beabsichtige, es künftig durch mehrere Beispiele zu bekräftigen, daß Kalkerde, Bittererde, Manganoxydul, Eisenoxydul, Kupferoxyd, Zinkoxyd, Kobaltoxyd und Nickeloxyd zu einer Abteilung gehören und daß innerhalb derselben 1 Atom Metall mit 2 Atomen Sauerstoff vereinigt ist. Dieses hatte Professor Berzelius aus chemischen Gründen schon lange vorher angenommen; dieselben chemischen Ursachen machten es zu einer Notwendigkeit, daß er 2 Atome Sauerstoff auf 1 Atom Metall auch im Bleioxyd, im Strontian und in der Baryterde annahm. Es ist bekannt, daß die Krystallisation der Salze der anderen Klasse verschieden ist. Man braucht, um sich davon zu überzeugen, nur die Reihen von kohlensauren und schwefelsauren Salzen beider Klassen zu vergleichen, welche in der Natur vorkommen.

Die Krystallisation der beiden Klassen würde also nur durch die Lage der 2 Atome Sauerstoff gegen das eine Atom Metall zu unterscheiden sein, und daß dieses sich so verhält, will ich jetzt beweisen.“ Nachdem sich Mitscherlich im einzelnen über die Arbeiten Haïry und Fuchs verbreitet und seine Ansichten hierüber klar legt, kommt er zu der Folgerung: „Eine gleiche Anzahl Atome, wenn sie in gleicher Form verbunden sind, bringen gleiche Krystallformen hervor, und die Krystallform beruht nicht auf der Natur der Atome, sondern auf deren Anzahl und Verbindungsweise“ (S. 54). Andere Forscher haben Mitscherlichs Theorie durch viele Beobachtungen bestätigt, so daß man in jener Zeit

einen großen Wert auf die Krystallgestalt der Körper legte und in ihnen ein vorzügliches Mittel zu besitzen glaubte, Aufschluss über die atomistische Konstitution derselben zu erhalten. Berzelius, der die Entdeckung der Isomorphie als „die wichtigste seit Aufstellung der Lehre von den chemischen Proportionen" bezeichnete, versuchte sofort die Atomgewichte von Elementen mit Hilfe isomorpher Verbindungen abzuleiten. Der Isomorphismus führte ihn zu folgender Regel (Ladenburg, Vorträge, S. 105):

„Wenn ein Körper isomorph mit einem anderen Körper ist, in welchem man die Anzahl der Atome kennt, so wird dadurch die Anzahl von Atomen in beiden bekannt, weil die Isomorphie eine mechanische Folge der Gleichheit in der atomistischen Konstruktion ist."

Wir kommen nunmehr zu

dem Atomgewichtssystem von Berzelius von 1821—1826.

Berzelius konstruierte zunächst eine Reihe Oxyde, die ihm die relativen Mengen von Sauerstoff angibt, mit denen sich gewisse Gewichte der Metalle verbinden und gibt in seinem Lehrbuch der Chemie, III, I. Abteilg. S. 97, folgende Reihenfolge der Oxyde an:

	relative Sauerstoffmenge
Kupferoxydul	1
Kupferoxyd, Eisenoxydul usw.	2
Eisenoxyd, Manganoxyd, Mennige usw.	3
Braunes Bleisuperoxyd, Mangansuperoxyd usw.	4
Mangansäure usw.	5

Im Jahre 1835 läßt Berzelius eine ähnliche aber richtigere Zusammenstellung folgen (vergl. Ladenburg, Vorträge, S. 106):

	relative Sauerstoffmenge
Kupferoxydul	1
Kupferoxyd	2
Eisenoxyd, Manganoxyd usw.	3
Braunes Bleisuperoxyd, Mangansuperoxyd usw.	4
Salpetersäure, Chlorsäure usw.	5
Überchlorsäure, Übermangansäure usw.	7

Seine frühere Theorie (1819), von 1 Atom Radikal, hielt Berzelius, nachdem er das Dulong und Petit'sche Gesetz kennen gelernt hatte, nicht mehr aufrecht, da seine auf diesem Wege gewonnenen Atomgewichtsbestimmungen nicht mit dem Gesetze in Einklang zu bringen waren. Er erreichte einen anderen dadurch, daß er zwei Atome des betreffenden Elementes in den Verbindungen voraussetzte und erhielt für die Oxydationsstufen der meisten Metalle folgende Reihe:

R_2O, RO, R_2O_3, RO_2, R_2O_5, (R_2O_7),
oder auch $\ddot{R}O$, RO, $\ddot{R}O_3$, RO_2, $\ddot{R}O_5$, $(\ddot{R}O_7)$,
indem er statt $R_2O_2 : RO$ und statt $R_2O_4 : RO_2$ schrieb.

Berzelius, der seine ganze Kraft auf die Vervollkommnung der analytischen Methoden und Berichtigung der Atomgewichtszahlen verwandt hatte, mußte später herben Tadel von solchen erfahren, welche durch weitere Verfeinerung der Analyse zu noch genaueren Ergebnissen gelangt waren, so namentlich von Dumas (cfr. Ann. Chem. 38, S. 141 ff.); dieser hatte das Äquivalent des Kohlenstoffs „mit aller erdenklichen Sorgfalt" bestimmt, und zwar den Wert 6 ermittelt. Die Abweichung dieser Zahl von der, welche Berzelius gefunden: 6,12, veranlaßten Dumas zu den schwersten Vorwürfen gegen den Altmeister der Analyse (vergl. Berzelius milde Antwort Lehrb. d. Chem. 3, S. 1165 und Liebigs trefflichen Protest gegen Dumas hartes Vorgehen. Ann. Chem. 38, S. 214, s. auch Meyer, Geschichte der Chemie, II, S. 244).

Bei den Atomgewichten, die Berzelius hieraus berechnete, ging er von $0 = 100$ aus, und folgende Aufstellung wird uns zeigen, daß die Atomgewichte einiger wichtiger Elemente den Zahlen der heutigen annähernd gleich kommen.

Die älteren Atomgewichte Berzelius' verglichen mit denjenigen Daltons, sowie mit den jetzt angenommenen, (Vergl. Kahlbaum, Monograph. a. d. Geschichte d. Chemie, 3. Heft, S. 222 ff.)

	Dalton 1810		Berzelius 1814		Berzelius 1818		Berzelius 1826	Atomgewichts-Kommission 1898
	Original	Umgerechnet	Original	Umgerechnet	Original	Umgerechnet	Original	
	0=7	0=16	0=100	0=16	0=100	0=16	0=16	0=16
Aluminium	—	—	343	27,44	342,33	27,38	27,38	27,1
Antimon	40	139,1	1613	129,05	1612,9	129,03	129,03	120
Arsen	42 ?	72	839,9	134,4	940,77	75,25	75,33	75
Baryum	—	—	1709,1	136,7	1713,86	137,1	137,1	137,4
Beryllium	—	—	68,33	10,93	66,256	10,6	10,6	9,1
Blei	95	217,1	2597,4	207,78	2589	207,12	—	206,9
Bor	—	—	73,27	11,71	69,655	11,145	11,01	11
Calcium	—	—	510,2	40,81	512,06	40,96	41,3	40
Cerium	45	102,8 / 154,2	1148,8	137,8	1149,44	137,9	137,9	140
Chlor	—	—	439,56	35,16	442,65	35,411	35,47	35,45
Chrom	—	—	708,05	56,6	703,64	56,29	—	52,1

	Dalton 1810		Berzelius 1814		Berzelius 1818		Berzelius 1826	Atomgewichts-Kommission 1898
	Original	Umgerechnet	Original	Umgerechnet	Original	Umgerechnet	Original	
	0=7	0=16	0=100	0=16	0=100	0=16	0=16	0=16
Eisen	50	57,1	693,64	55,5	678,43	54,27	54,36	56
Fluor	—	—	60	18,4	75,03	19,2	—	19
Gold	140 ?	160	2483,8	198,7	2486	198,8	—	197,2
Jod	—	—	—	—	1566,7	128,2	126,28	126,85
Kalium	—	—	978	39,12	979,83	39,19	—	39,15
Kobalt	55 ?	62,8	732,61	58,6	738	59,04	—	59
Kohlenstoff	5,4	12,3	74,91	11,98	75,33	12,05	12,25	12
Kupfer	56	64	806,45	64,51	791,39	63,31	63,4	63,6
Lithium	—	—	—	—	255,63	10,25	—	7,03
Magnesium	—	—	315,46	25,17	316,72	25,33	—	24,36
Mangan	40 ?	91,4	711,57	56,92	711,57	56,92	57,02	55
Molybdän	—	—	601,56	96,25	596,8	95.50	—	96
Natrium	—	—	579,32	23,17	581,84	23,27	23,3	23,05
Nickel	25	57,14	733,8	58,7	739,51	59,16	—	58,7
Palladium	—	—	1418	113,4	1407,5	112,6	105,9	106
Phosphor	9	25,7 / 27	167,512	26,8	392,3	31,38	31,43	31
Platin	100 ?	228,5	1206,7	193,07	1215,23	194,4	—	194,8
Quecksilber	167	190,8	2531,6	202,5	2531,6	202,5	202,86	200,3
Rhodium	—	—	1490,3	103,2	1500,1	104	—	103
Sauerstoff	7	16	100	16	100	16	16	16
Schwefel	13	29,7	201	32,16	201,16	32,185	32,24	32,06
Selen	—	—	—	—	495,91	79,34	—	79,1
Silber	100	114,3	2688,17	107,52	2703,21	108,12	108,31	107,93
Silicium	—	—	304,35	32,46	296,42	31,62	44,47	28,4
Stickstoff	5	11,4 / 15	179,54	14,36	175,63	14,05	14,18	14,04
Strontium	—	—	1118,14	89,4	1094,6	87,52	—	87,6
Tantal	—	—	—	—	3646,16	—	—	183
Tellur	—	—	806,48	129,03	806,45	129,03	—	127
Uran	60	—	3141,4	—	31	—	—	239,5
Wasserstoff	1	1,14	6,636	1,0617	6,63	1,0614	1,01	1,01
Wismut	68 ?	155,4	1774	212,88	1773,8	212,85	—	208,5
Wolfram	56 ?	128	2424,24	193,94	1207,69	193,2	—	184
Yttrium	—	—	881,66	—	805,14	—	—	89
Zink	56	64	806,45	64,51	806,45	64,51	—	65,4
Zinn	50	114,3	1470,59	117,6	1470,58	117,6	—	118,5

Aus der 1826 aufgestellten Tabelle ersehen wir, daß die Atomgewichte des Stickstoffs und des Chlors als einfache Körper bezeichnet werden, wobei zu bemerken ist, daß Berzelius die Ansicht, diese beiden Körper seien sauerstoffhaltig, von allen anderen Chemikern am längsten aufrecht erhalten hat. Die Ermittelung der Atomgewichte der Elemente bei nicht-

flüchtigen Körpern sucht Berzelius in erster Linie durch die Zusammensetzung von Sauerstoffverbindungen festzustellen, also durch die Proportion Element zu Sauerstoff, wobei er sich durch die Lehre von der Isormorphie leiten ließ, und dem Dulong-Petitschen Satze wenig Beachtung schenkte. Dagegen trat — wenn die Elemente oder einfache Verbindungen im Gaszustande bekannt — seine Volumtheorie als Mittel zur Ableitung der gesuchten Werte in Kraft. Noch immer hielt Berzelius seine Annahme, daß die in gleichen Gasvolumen enthaltenen Mengen von Elementen ihre Atomgewichte seien, aufrecht, die aber bald durch den Versuch einer Änderung der Atomgewichte von Dumas erschüttert wurde. In Frankreich wurde das Volumgesetz in seiner weitesten Ausdehnung die Basis der Atombetrachtungen und hauptsächlich war es der zuletzt genannte, der in dieser Beziehung eine sehr entscheidende Stellung einnahm.

In seinem Handbuch der Chemie (aus dem Französischen übersetzt) 1830 sucht er nachzuweisen, daß der Äquivalentbegriff als Basis eines Systems nicht zu brauchen sei, schon weil derselbe seine Bedeutung verliert, wenn man ihn weiter als auf Säuren, Basen und sonst einander sehr ähnliche Verbindungen, Oxyde und Sulfüre ausdehnt, und daß er namentlich dann ganz unbestimmt wird, wenn man Äquivalent mit Verbindungsgewicht zu indentifizieren sucht, da sich sehr viele Körper in mehreren Verhältnissen verbinden können. So z. B. sind im Kupferoxydul 8 Teile Kupfer mit 1 Teil Sauerstoff vereinigt, im Kupferoxyd dagegen sind auf 8 Teile Kupfer 2 Teile Sauerstoff enthalten. Hieraus berechnet sich das Äquivalent (Verbindungsgewicht) des Kupfers, wenn man das des Sauerstoffs als Einheit nimmt, zu 8 oder zu 4. (Vergl. Ladenburg, Vorträge, S. 112.)

Dumas, obwohl noch ein junger Chemiker, hatte sich schon durch andere Arbeiten vorteilhaft bekannt gemacht, das größte Verdienst jedoch hat er sich in der Ausarbeitung einer vortrefflichen Methode zur Bestimmung von Dampfdichten erworben. Er sagt: „Wir nennen Atome die Gruppe chemischer Teilchen, welche in den Gasen isoliert existieren. Die Atome der einfachen Gase enthalten eine gewisse Zahl von Teilchen, die uns unbekannt ist.“ (Dumas l c. I, 37.) Auf diesem von ihm betriebenen Wege war es ihm gelungen, das spezifische Gewicht der Dämpfe mehrerer Elemente zu ermitteln; das Verhältnis dieser untereinander vergleichbaren Werte mußte nach Dumas, der hier den gleichen Standpunkt wie Berzelius in seiner Volumtheorie einnahm, das des relativen Atomgewichts sein. Die Grundstoffe, welche Dumas zuerst in Betracht zog, waren das Jod und Quecksilber, denen er später den Phosphor und Schwefel angliederte. Es ergaben sich nun andere Zahlen, als die von Berzelius

aufgestellten und seit 1826 festgehaltenen Werte; es folgten nach dem Grundsatze Berzelius' das Atomgewicht des Wasserstoffs = 1 und das des Sauerstoffs = 16 gerechnet aus den Dampfdichten:

von Jod	der Wert	123	nach Berzelius	126,28
„ Quecksilber		101	„ „	202,8
„ Phosphor		61,8	„ „	31,4
„ Schwefel		96	„ „	32,24

Wie man aus diesen Beispielen ersieht, treten einfache Verhältnisse der Zahlen zu den Atomgewichten des Berzelius. Die Gewichte der chemischen kleinsten Teilchen gibt Dumas nicht an; Berzelius bekämpfte die Grundlagen des neuen Systems, obwohl dasselbe mit dem seinigen sehr nahe verwandt war; er war der Meinung, Brüche von Atomen anzunehmen, sei widersinnig. Dumas steht mit seinen Ansichten vereinzelt da. Wie sehr Berzelius Recht hatte, seine auf Grund sorgsamster Erwägungen angenommenen Atomgewichte beizubehalten, sehen wir schon, wenn wir die von Dumas aufgestellten Zahlen mit den heute festgestellten vergleichen und das Resultat finden, daß die Atomgewichte des Berzelius die richtigsten sind. Trotzdem wurde letzterer durch die neuen Erfahrungen vorsichtiger in Benutzung seiner Volumtheorie und wandte den Satz, daß die Atomgewichte der Elemente ihren Gasdichten proportional seien, fortan nur auf die sogen. permanenten Gase an. (Vergl. Meyer, Geschichte d. Chemie, S. 195.)

Wäre Dumas mit Avogadro's Ideen vertraut gewesen, so hätte er die ungelösten Widersprüche heben und namentlich sich klarer ausdrücken müssen, somit blieb die große Reform, welche Dumas einführen wollte, ohne Erfolg und der Vorwurf, der gegen ihn gefällt wurde, daß er nämlich Unklarheit und Unordnung in das Atomgewichtssystem von Berzelius gebracht habe, hatte eine gewisse Berechtigung. Einem unbewiesenen Lehrsatze zuliebe, vernachlässigte Dumas die augenfälligsten chemischen Analogien und verwirrte dadurch den klarsten Sachverhalt. Ja selbst die besten Gelehrten bekamen ein Mißtrauen zu den Atomgewichten des Berzelius — hervorgerufen durch die erhobenen Einwände Dumas'. Insbesondere waren es Gay-Lussac und Liebig, die sich nur mit der Feststellung der Äquivalente begnügten und die Atomgewichte ganz beseitigt wissen wollten.

Da wir Avogadro's Spekulationen erwähnten, wollen wir dieselben eben kurz erörtern.

Amadeo Avogadro di Quaregna, geb. am 9. August 1776 in Turin, studierte in seiner Vaterstadt Jurisprudenz und promovierte in dieser Fakultät

im Jahre 1796. Als Autodidakt hatte er sich der Naturwissenschaft gewidmet, wurde 1806 Repetitor am Collegio delle provincio in Turin und siedelte 1809 als Professor der Physik an das Gymnasium in Vercelli über. 1820 erhielt Avogadro einen Ruf als Professor der mathematischen Physik an der Universität Turin. Später ging dieser Lehrstuhl ein und Avogadro kehrte als Rat am Oberrechnungshof in die Magistratur zurück. Er wurde aber durch Karl Albert in seinen Lehrstuhl wieder eingesetzt und blieb bis 1850 an der Universität. Dann trat er in den Ruhestand und starb am 9. Juli 1856.

Avogadro setzt in klarer Weise sein Gesetz in seinem umfangreichen Werke: „Fisica dei corpi ponderabili ossia Trattato della constituzione generale dei corpi“ in 4 Bänden (Turin 1836—1841) auseinander. Im 2. Band, S. 842, im Kapitel betitelt „Pelazione sulle densità dei fluidi aëri formi colla loro constituzione“ entwickelt er ausführlich seine Hypothese und sagt von ihr, daß Ampère sie in seiner Denkschrift über die Formen der Kristalle angenommen hat. Nachdem er die Flüssigkeiten behandelt hat, heißt es (vergl. Kahlbaum, Monographien Bd. 7, S. 187 ff.):

„Was nun die gasförmigen Substanzen angeht, so haben wir im Gegenteil allen Grund anzunehmen, daß nur einer der beiden Umstände (Maße und Abstand der Molekülzentren) die verschiedenen Dichten bedingt, welche sie bei gleicher Temperatur und gleichem Druck aufweisen, d. h. daß die Dichten bedingt sind von der Masse der integrierenden Moleküle selber, während der Abstand ihrer Zentren in diesem Zustand bei allen Gasen gleich bleibt. Oder mit anderen Worten: Es ist die Anzahl von Molekülen eines jeden Gases in gegebenen Räumen bei gleichem Druck und gleicher Temperatur stets gleich, daher ist die Dichte der verschiedenen Gase proportional der Masse der Moleküle und wird durch diese Masse genau dargestellt.“ Auf Seite 868 fährt er fort: „Die von mir vorgeschlagene Hypothese über die Konstitution der Gase, die Ampère aufnahm, wonach diese bei gleichem Druck und gleicher Temperatur in gleichen Räumen eine gleiche Anzahl integrierender Moleküle enthalten, ferner die Hypothese über die Teilbarkeit dieser Atome oder Verbindungen mehrerer Moleküle bei der Bildung der zusammengesetzten Gase, ist von vielen Physikern und Chemikern, hauptsächlich von Franzosen angenommen und diese Annahme auch mehr oder minder deutlich ausgesprochen worden. Von Dalton und den englischen Physikern dagegen wurde sie im allgemeinen nicht geliebt. Einerseits griff sie Proust auf, anderseits bekämpfte sie Henry in einer im Phil. Mag. vom Juli 1834 eingerückten Notiz, doch richten sich seine Einwendungen nur gegen einige nebensächliche Be-

trachtungen, die zu Gunsten dieser Hypothese vorgebracht wurden. Er hielt dieselben für unzureichend, aber sie berühren das Hauptargument, worauf die Hypothese begründet ist, gar nicht. Das will sagen: Die Einwürfe treffen die Annahme nicht, daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Dichte der Gase und der ihrer Atome besteht, wie es sich aus den Verbindungen ergibt und welche die Theorie der Gasvolume mit der eigentlichen, oben angeführten Atomtheorie verknüpft.

Nicht einmal Berzelius hat, wie bereits erwähnt, dieses Prinzip der Beständigkeit der Anzahl der integrierenden Moleküle angenommen, obwohl er selbst von der Volumtheorie bei der Darstellung des Aufbaues der Stoffe aus Atomen Gebrauch machte. Er bemerkt besonders in seinem oben erwähnten Jahresbericht, daß die Versuche von Dumas nur zeigen, daß die Gase und Dämpfe an Multipla und Submultipla einer und derselben ganzen Zahl von Atomen enthalten können und daß es verfrüht wäre, zu vermuten, woraus sich diese Verhältnisse erklären lassen. Ich sehe jedoch nicht ein, warum es zur Erklärung derselben unpassend sein sollte, die Idee anzunehmen, die sich von selbst und einzig darbietet, nämlich, daß die Dichte die Masse der integrierenden Moleküle der Gase darstellt, wobei diese Moleküle entweder aus einfachen Atomen oder aus solchen, die zu einer mehr oder weniger großen Zahl derselben, infolge der beim Übergang von einem in den anderen Zustand stattfindenden Teilungen oder Vereinigungen zusammentraten, gebildet sind."

Auch in seiner Denkschrift über das Atomvolumen (1843) erwähnt er immer seine Hypothese und in Bezug auf den Unterschied zwischen Atom und Molekül schreibt Avogadro 1849: „Sur la nécessité de distinguer les molécules intigrantes des corps de leurs équivalents chimiques dans la détermination de leurs volumes atomiques": „Ich habe seit langer Zeit hervorgehoben, daß es nötig ist, anzunehmen, daß gleiche Volumina eines Gases bei gleichem Druck und gleicher Temperatur eine gleiche Anzahl integrierender Moleküle enthalten, wie sie in diesen Stoffen im Gaszustande enthalten sind, oder was dasselbe ist, daß diese Moleküle gleiche Abstände voneinander haben, oder, noch anders ausgedrückt, daß diese Moleküle unter solchen Bedingungen gleiche Volume einnehmen, so daß die Dichte der verschiedenen Gase der Masse ihrer Moleküle proportional ist. Ampère nahm darnach dies Prinzip an, ohne welches man sich nur schwer die Tatsachen erklären kann, die die von Gay-Lussac begründete Volumtheorie gasförmiger Verbindungen voraussetzt. Man kann auch sagen, daß dies Prinzip heutzutage wenigstens stillschweigend von allen Chemikern, die diese Theorie anwenden, angenommen wurde." Dann

kommt er auf die Teilbarkeit der Moleküle — die einige Chemiker auch chemisches Atom nennen — zu sprechen und fährt fort: „Diese Teilung des chemischen Atoms ist überdies auch infolge einfacher, chemischer Betrachtungen von verschiedenen bewährten Chemikern, wie Laurent, Cahours, Gerhardt usw. angenommen worden". Was nun endlich die Molekularzusammensetzung der Flüssigkeiten betrifft, äußert sich Avogadro folgendermaßen (Bd. 4, S. 523): „Betrachtet man ferner die Sache theoretisch und nimmt an, wie wir es bisher allgemein getan, daß bei allen Gasen bei gleichem Druck und gleicher Temperatur die Distanz der Mittelpunkte der integrierenden Moleküle gleich groß ist, so daß die Dichte des Gases proportional der Masse dieser Moleküle ist usw. . . ."

Wir kommen zu einem Forscher welcher das elektrolytische Gesetz im Jahre 1834 entdeckte, es ist

Michael Faraday, am 22. September 1791 in Newington Butts bei London als Sohn eines armen Grobschmiedes geboren; er betrieb bis zum 22. Jahre die Buchbinderei, nebenbei studierte er mit großem Eifer physikalische und chemische Werke und zwar mit einem derartigen Erfolge, daß er (1811) die Aufmerksamkeit eines Herrn Magrath, Mitglieds der Royal Institution erwarb. Dieser verschaffte ihm Zutritt zu den Vorlesungen Davy's, die Faraday nun regelmäßig besuchte. In ihm wurde der Wunsch immer mehr rege, sich ganz dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen. Im Herbst 1812 hatte er sich entschlossen, um jeden Preis sein Gewerbe aufzugeben und nur noch der Naturforschung zu leben. Er wandte sich an Davy, schilderte ihm seine Lage und bat ihn schließlich um Unterstützung seines Vorhabens. Seine Bitte fand die glücklichste Lösung; schon im Frühjahr 1813 wurde Faraday von Davy als sein Assistent im Laboratorium der Royal Institution aufgenommen und so kam er zuerst mit einer Lehranstalt in Verbindung, deren Zierde er später geworden ist.

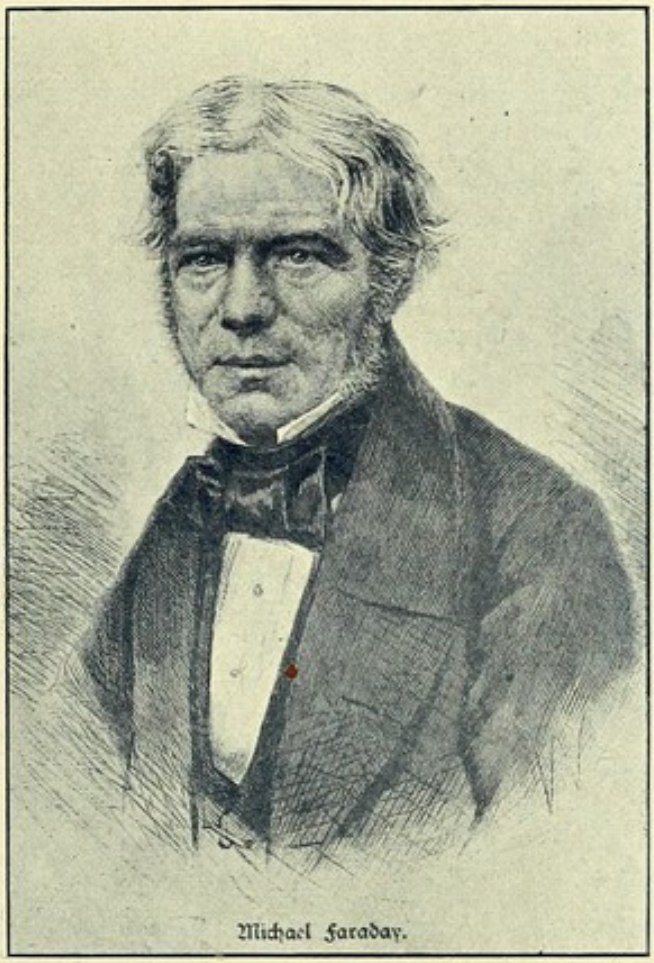
1813 begleitete Faraday seinen Lehrer nach den Kontinent und kehrte 1815 nach England zurück. Durch seine chemischen Arbeiten machte sich Faraday bald einen Namen, schon im Jahre 1824 wurde er zum Mitglied der Royal Society erwählt, vier Jahre später wurde er zum Direktor des chemischen Laboratoriums an der Royal Institution berufen. Die Universität Oxford drückte ihm 1832 ihre Anerkennung seiner großen Verdienste durch Ernennung zum Doktor der Rechte aus. Ein Mäcen namens Fuller fundierte 1833 an der Royal Institution einen besonderen Lehrstuhl für Chemie mit der Bestimmung, daß derselbe alle drei Jahre neu besetzt werden sollte. Faraday war vom Stifter für die erste Besetzung ausnahms-

weise auf Lebenszeit auserkoren und zwar mit der besonderen Vergünstigung, daß er zum Halten von Vorlesungen nicht verpflichtet sein sollte. Außerdem bekleidete Faraday noch die Professur für Chemie an der Militärschule zu Woolwich; von dem Gouvernement wurde ihm als Anerkennung seiner Entdeckungen und als Hilfsmittel zu seinen Unternehmungen eine Pension überwiesen. Faraday starb am 25. August 1867 in Hamptoncourt bei London.

Unser Gelehrter war einer der bedeutendsten Naturforscher aller Zeiten, es gibt wenige, die eine so große Reihe wissenschaftlicher Entdeckungen von folgenschwerster Bedeutung gemacht haben, wie er.

Besonders sind seine physikalisch-chemischen Leistungen, die sich auf Elektrochemismus beziehen, für uns von größter Bedeutung; 1821 erkannte er zuerst den wichtigsten Grundsatz des Elektromagnetismus in seiner eigentlichen Bedeutung, daß nämlich der Schließungsdraht eines Elektromotors den frei schwebenden Pol eines Magneten in der Weise erregt, daß diese sich in einer kreisförmigen Richtung um jenen zu bewegen strebt. 1831 kommt seine Entdeckung der elektrischen Induktionsströme hinzu. Bis zum Jahre 1831 und 1832 hatte sich Faraday hauptsächlich mit der Induktionselektrizität, mit der Entwicklung von Elektrizität durch Magnetismus, mit Untersuchungen über die Identität der galvanischen und der Reibungselektrizität beschäftigt; durch diese großen Forschungen ist gleichzeitig auch seine Geschicklichkeit im Experimentieren zur Genüge gekennzeichnet. Von seinen chemischen Arbeiten steht die denkwürdige Beobachtung, daß ein und derselbe galvanische Strom verschiedene Elektrolyte, z. B. Wasser, Chlorwasserstoff, Metallchloride so zersetzt, daß an dem negativen Pole äquivalente Mengen Wasserstoff resp. Metalle, an dem positiven die entsprechenden Mengen Sauerstoff resp. Chlor abgeschieden werden (vergl. Meyer, Gesch. d. Chemie, S. 197) in den Vordergrund; diese Tatsachen faßte Faraday als Gesetz der fixen elektrolytischen Aktionen zusammen und erblickte in der Bestimmung der elektrochemischen Äquivalente ein sicheres Hilfsmittel zur Feststellung der chemischen Atomgewichte in zweifelhaften Fällen. Seine magnetischen Untersuchungen führten ihn zu der Entdeckung, daß das Licht durch Magnetismus beeinflußt werde, und daß alle Körper, nicht nur Eisen, Kobalt und Nickel, magnetische Eigenschaften haben, daß aber die Körper teils magnetisch, teils diamagnetisch sind.

Seine wissenschaftlichen Publikationen sind teils in den „Philosophical Transactions“ enthalten, die wichtigsten aber auch im „Journal of the Royal Institution“, „Philipps Annals of Philosophy“, „Bewsters, Taylors and



Michael Faraday.

(Eigene Sammlung.)

Philipps Philosophical Magazine and Journal of Science", „Quarterly Journal of Science", „Literatur and the Arts" und anderen. Zahlreiche Übersetzungen finden sich auch in „Gilberts & Poggendorffs Annalen" und den „Annales de Chimie et de Physique". Seine Arbeiten über Elektrizität und die chemische Wirksamkeit dieser Kraft erschienen seit 1831 in den „Philosophical Transactions". Von seinen selbständigen Werken sind hervorzuheben: „Experimental Researches in Electricity" (1839), „Chemische Manipulation" (1827), „Lectures on light and ventilation" (1843), die ein Jahr später ins Deutsche übersetzt wurden, „Experimental Researches in chemistry" (1859), „Lectures on the chemical history of a candle" (1862, deutsch 1883), „Lectures on non-metallic elements" (1853), „Six lectures on various force of matter" (1874, deutsch 1879).

Was die Stellungnahme Berzelius' zu dem von Faraday aufgestellten Gesetz der Bestimmung der elektrochemischen Äquivalente betrifft, konnte sich ersterer auch hierzu nicht entschließen, von seinen Atomgewichten abzugehen, im Gegenteil, er bestritt offenbar infolge eines Mißverständnisses den Wert der auf elektrolytischem Wege abgeleiteten Zahlen. Berzelius hatte aber trotzdem richtig gehandelt, wenn er von seiner bisherigen Auffassung noch nicht abging, denn der Moment einer scharfen Erfassung der Begriffe Äquivalent, Atom, Molekül und deren Voneinanderscheidung war noch nicht gekommen, es sollte diese Beweisführung erst der späteren Zeit vorbehalten bleiben.

Wir werden nunmehr die spekulative Tätigkeit Berzelius', die sich in der Aufstellung seines dualistischen Systems bekundete und die Frucht einer elektrochemischen Theorie war, in Kürze behandeln.

Nachdem Michelson und Carlisle die Zerlegung des Wassers in seine Bestandteile, Berzelius und Heisinger die von Salzen in Base und Säure durch die Macht des galvanischen Stromes wahrgenommen hatten, brach sich die Erkenntnis, daß zwischen elektrischer Kraft und chemischen Vorgängen nahe Beziehungen seien, immer mehr Bahn. Berzelius' Mitarbeiter, *Wilhelm Heisinger,* wurde am 22. Dezember 1766 auf dem Gute Elfstorp geboren, bezog 1784 die Universität Upsala, wo er chemische und naturgeschichtliche Studien trieb; später ging er ganz zum Hüttenbetriebe über. 1804 wurde er zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften ernannt. Außer den Untersuchungen, die er gemeinschaftlich mit Berzelius ausführte, schrieb er noch ungefähr 40 Abhandlungen hauptsächlich mineralogischen, geognostischen und paläontologischen Inhalts. Er starb auf seinem Gute Skinskatteberg am 28. Juni 1852. (Vergl. Kahlbaum, Monographien III, 28.)

Vor allem war es die elektrochemische Theorie Davy's (1800), die als erste Frucht der mannigfachen Beobachtungen über die Wirkung der strömenden Elektrizität auf chemische Verbindungen und über das Auftreten elektrischer Spannung bei chemischen Vorgängen aufzufassen ist. Er glaubte, die Theorie fest begründet zu haben und diente ihm als Ausgangspunkt derselben die experimentelle Tatsache, daß heterogene, der chemischen Vereinigung fähige Körper, z. B. Kupfer und Schwefel, wenn sie isoliert sind, durch Berührung entgegengesetzt elektrisch wirken. Davy ist zu der Annahme geneigt, daß die chemischen Verwandtschaftserscheinungen und die elektrischen Vorgänge einer gemeinsamen Ursache entstammen, ferner, daß die kleinsten Teilchen von Körpern, welche Affinität zueinander haben, erst durch Berührung in elektrischen Gegensatz treten. Berzelius gab allerdings bei seinen Versuchen dieses Prinzip auf, ohne von den anderen Theorien Davy's abzuweichen.

Berzelius, der im Jahre 1812 seine elektrochemische Theorie in ihren Grundzügen aufstellte und dieselbe mit ihren weitgehenden Folgerungen in seinem „Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen" dargelegt hat, ging von der Annahme aus, daß die Atome der Körper an und für sich elektrisch sind: Grundeigenschaft der kleinsten Teilchen ist also elektrische Polarität, und zwar besitzen dieselben mindestens zwei Pole, deren Elektrizitätsmengen meist verschieden sind, sodaß entweder die positive oder die negative Elektrizität überwiegt. Nach diesem Vorherrschen der einen Art teilen sich die Stoffe in positive und negative, deren Natur man daran erkennt, daß sie bei der Elektrolyse an den negativen oder positiven Pol der galvanischen Kette wandern. Zuerst bezeichnete Berzelius die Körper ebenfalls wie die Pole, an welche sie sich begeben, also die Metalle als negativ, die Metalloide als positiv. Die Intensität der Polarität war nach ihm gleichbedeutend mit dem Überschusse der einen Elektrizitätsart. Ferner besteht nach Berzelius die chemische Vereinigung von Elementen oder Verbindungen, z. B. Basen und Säuren in der Anziehung der ungleichnamigen Pole kleinster Teilchen und in dem nachfolgenden Ausgleich der verschiedenen Elektrizitäten. Wie bei den Atomgewichtsbestimmungen diente Berzelius der Sauerstoff als das negativste Element als Maßstab dafür, welcher Art die Polarität der verschiedenen Grundstoffe sei; also diejenigen Elemente, welche mit Sauerstoff basische Verbindungen liefern, wurden, wenn auch nur die niedrigsten Oxyde basisch waren, zu den elektropositiven und die, deren Oxyde Säuren sind, zu den elektronegativen gezählt. Naturgemäß war die von Berzelius ein-

gerichtete Spannungsreihe diesem Grundgesetz entsprechend, die mit dem negativen Sauerstoff beginnend, zuerst die Metalloide aufzählte und mit dem Übergangsgliede, dem Sauerstoff, die Metalle aufwies, um mit dem Natrium und Kalium zu enden. Seine elektrochemische Theorie führte ihn denn auch zu einer ganz bestimmten Auffassung der „Konstitution oder rationellen Zusammensetzung" chemischer Verbindungen und zu einer dieser entsprechenden Formulierung der Stoffe.

Die notwendige Folge der soeben besprochenen elektrochemischen Betrachtungsweise war die Annahme, daß ein jeder zusammengesetzte Körper aus zwei elektrisch verschiedenartigen Teilen besteht. Ohne einen solchen Gegensatz konnte eine chemische Verbindung nicht zu stande kommen, und Berzelius versinnbildlicht diesen durch folgende Formeln:

+ −	+ −	+ −	+ −
FeO	BaO	SO_3	CO_2
Eisenoxydul	Bariumoxyd	Schwefelsäure	Kohlensäure

In den Salzen sind die wasserfreien Basen die positiven, die Säuren, in denen die negative Polarität überwiegt, die negativen Bestandteile, z. B.

+ −	+ −
$BaO \,.\, SO_3$	$ZnO : CO_2$
Schwefelsaures Bariumoxyd	Kohlensaures Zinkoxyd

Als Berzelius im Jahre 1819 seine elektrochemische Theorie ausführlich behandelte, kam er auch auf die Säurehydrate zu sprechen und führte aus, daß in den eben erwähnten Körpern das Wasser die Rolle eines schwach elektropositiven Bestandteils und entsprechend in den Metalloxydhydraten die eines schwach elektronegativen spiele. Mit nachstehenden Formeln wird das Hydrat der Schwefelsäure und das des Kupferoxyds charakterisiert:

+ −	+ −
$H_2O \,.\, SO_3$	$CuO \,.\, H_2O$
Schwefelsäure-Hydrat	Kupferoxyd-Hydrat

(Vergl. Meyer, Geschichte der Chemie, S. 201 ff.)

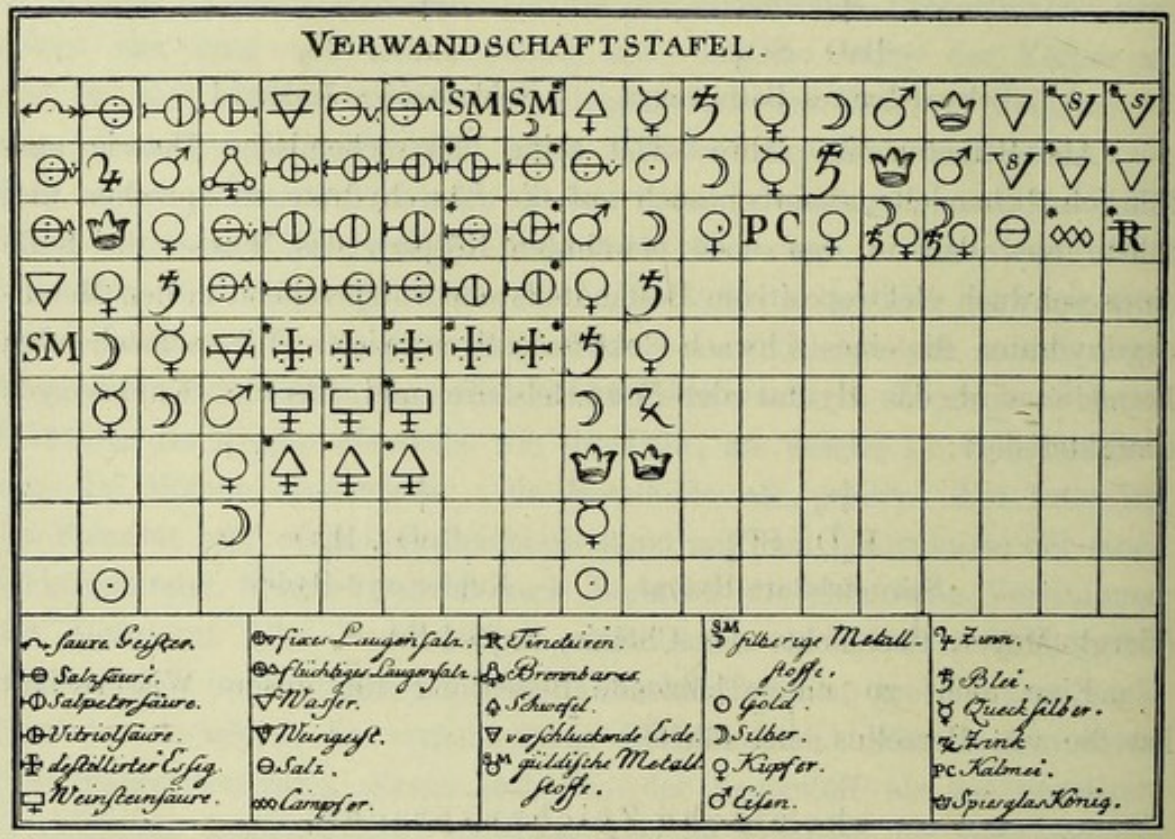
Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für unsere Wissenschaft hat die von Berzelius eingeführte

chemische Zeichensprache,

die er im engsten Anschluß an die chemische Nomenklatur schuf. Wir haben bereits erfahren, daß Lavoisier, Guyton de Morveau, Berthollet und Fourcroy sich mit einer Nomenklatur beschäftigten. Berzelius gebührt jedoch das Verdienst, dieselbe bedeutend erweitert und vertieft zu haben.

Jedem Element entspricht ein Zeichen, und zwar der erste oder die zwei ersten Buchstaben des lateinischen, seltener griechischen Wortes dafür; so bedeutet beispielsweise das Zeichen H = Wasserstoff (Hydrogenium), S = Schwefel (Sulphur), O = Sauerstoff (Oxygenium), C = Kohlenstoff (Carbo) usw. Diese Zeichen werden unter Anfügung der Atomzahl entsprechend zusammengesetzt und zwar, wenn letztere mehr als 1 beträgt, werden die chemischen Verbindungen formuliert wie: H_2O = Wasser, SO_2 = schwefliche Säure, CO_2 = Kohlensäure, $Na_2O.CO_2$ = Kohlensaures Natron usw. Einzuschalten wäre noch, daß Berzelius die Zahl der Sauerstoffatome zuerst mit Vorliebe durch Punkte, die der Schwefelatome durch Kommata, z. B. Ċa = Calciumoxyd, Fe = Zweifach Schwefeleisen.

Berzelius war mit diesem System allen anderen voraus, insbesondere denen von Bergmann, Dalton, Hassenfratz und Adet, die sowohl untereinander wie auch mit dem alten Geoffroy'schen das gemeinsam hatten, daß sie auf der Anwendung von geometrischen Symbolen, wie Triangeln, Kreisen und anderen Bogenlinien, Kreuzen usw. beruhten. Wir lassen hier zur Erläuterung eine Verwandtschaftstafel von Geoffroy folgen:



Wir sehen aus dieser Zusammenstellung, daß die Zeichen viel zu umständlich und aus diesem Grunde auch nicht lebensfähig waren.

In der Einleitung seiner Arbeit: „On the Chemical Signs, and the Method of emploing them to express Chemical proportions" („Thomsons

Annals of Philosophy," Bd. III, S. 51) äußert sich Berzelius über die Gesichtspunkte, die ihm bei der Aufstellung der neuen Zeichensprache, bei der er auch auf das Volumenverhältnis Rücksicht nahm, folgendermaßen:

„When we endeavour to express chemical proportions we find the necessity of chemical signs. Chemistry has always (Kahlbaum führt diese Bezeichnung in seinen Monographien, III, S. 209 in Hinblick auf die uralten planetarischen Symbole der von alters her bekannten sieben Metalle zurück) possessed them, though hitherto they have been of very little utility. The fellow labourers in the antiphlogistic revolution published new signs founded on a reasonable principle, the object of which was, that the signs, like the new names should be definitions of the compositions of the substances themselves. But, though we must acknowledge that these signs were very well contrived, and very ingenious, they were of no use; because it is easier to write an abbreviated word than to draw a figure, which has but little analogy with letters, and which, to be legible, must be made of larger size than our ordenary writing . . . I must observe here, that the object of the new signs is not that, like the old ones, they should be employed to label vessels in the laboratory: they are destined solely to facilitate the expression of chemical proportions, and the enable us to indicate without long periphases, the relative number of volumes of the different constituents contained in each compound body. By destermining the weight of the elementary volumes, these figures will enable us to express the numeric result of an analysis as simply, and in a manner a easily remembered, as the algebraic formulas in mechanical philosophy. The chemical signs ought to be letters for the greater facility of writing, and not to disfigure a printed book. Though this last circumstance may not appear of any great importance, it ought to be avided whenever it can be done. I shall take therefore, for the chemical sign, the initial letter of the Latin name of each elementary substance. The chemical signs express always one volume of the first order, we throw away the + and place the number of volumes above the letter: for example CnO + SO_3 = sulphate of copper."

Von Anfang an stellte Berzelius zwei getrennte Formelsysteme auf und zwar eines für die Mineralchemie und das andere für die allgemeine Chemie. Die mineralogischen Zeichen führte er in folgender Reihenfolge an (vergl. Kahlbaum, Monographien II, S. 210 ff.):

S = Kieselerde,
A = Tonerde,
Z = Zinkerde,
G = Beryllerde,
Y = Yttererde,
M = Talkerde,
C = Kalk,
St = Strontian,
B = Baryt,
N = Natron,
K = Kali,
F = Oxydum ferricum,
f = Oxydum ferrosum,
Ff = Oxydum ferroso fericum,
Zi = Zinkoxyd,
Mg = Manganoxyd,
mg = Manganoxydul,
Aq = Wasser,
Fl = Flusspatsäure.

Berzelius schrieb dabei vor, um einer Verwechselung vorzubeugen, daß diese mineralogischen Symbole stets mit Kursivschrift verzeichnet werden sollten, umsomehr, als gewisse Zeichen wie B, S, M, C, N, F, Mg usw. beiden Systemen gemeinsam waren; überhaupt hat Berzelius die mineralogischen Formeln nur als vorläufige betrachtet, was aus folgendem Ausspruch hervorgeht: „Ich kann jedoch noch nicht mit diesen (chemischen) Formeln die mineralogischen ersetzen, da unsere Kenntnis von der Anzahl der Sauerstoffpartikeln in mehreren Oxyden nicht als sicher angesehen werden kann und die mineralogischen Formeln den großen Vozug haben, daß sie eben so gut ohne diese Kenntnis angewandt werden können.“ Die mineralogischen Formeln sind dann auch nicht lange angewendet worden, denn im Jahre 1864 sagt v. Kobell in seiner Geschichte der Mineralogie, S. 316: „nur hat man, um nicht deren zweierlei anzuwenden, die sogenannten mineralogischen (Formeln) in der letzten Zeit aufgegeben und nur die chemischen gebraucht.“

Um die Verbindung zweier Grundstoffe auszudrücken, wurden ihre Zeichen nicht zusammengeschrieben, wie dies jetzt der Fall ist, sondern durch ein + getrennt, also z. B. S + 3O = Schwefelsäure, Fe + 4 S = Schwefelkies. Bei der Formulierung der Salze ließ man diese Pluszeichen fort und schrieb die Zahlen rechts oben „eben so wie einen algebraischen Exponenten“. Gerade diese Ähnlichkeit mit den algebraischen Exponenten veranlaßte später Liebig und Poggendorf, die jetzt gebräuchliche Schreibart mit den Ziffern unten einzuführen (vergl. Kahlbaum, Monographien III, S. 213), z. B. SO_3 + CuO = schwefelsaures Kupferoxydul, $2\,SO_3$ + CuO_2 = schwefelsaures Kupferoxyd.

Wir haben schon die abgekürzten Punktformeln erwähnt; Berzelius benutzt solche auch für eine Anzahl allgemein vorkommender organischer Säuren, wie beispielsweise

$\overline{A}$ = Essigsäure, $\overline{Mu}$ = Schleimsäure,
$\overline{B}$ = Benzoësäure, $\overline{O}$ = Oxalsäure,
$\overline{C}$ = Citronensäure, $\overline{P}$ = Blausäure,
$\overline{F}$ = Ameisensäure, $\overline{Su}$ = Bernsteinsäure,
$\overline{G}$ = Gallussäure, $\overline{T}$ = Weinsteinsäure,

und für die Salze derselben z. B. $\ddot{C}aO^2$ = Calciumoxalat, $\ddot{K}\overline{P}^2$ = Cyankalium.

Anfänglich hatte Berzelius die Atomgewichte für die Mehrzahl der Metalle doppelt, ja in manchen Fällen bis viermal so hoch angenommen, was natürlich zur Folge hatte, daß die Formeln ein ganz eigenartiges Aussehen bekamen.

Mit BaO^2 soll Baryt nicht Baryumsuperoxyd gemeint sein; CrO^3 (= CrO^3) Chromoxyd nicht Chromsäure; CuO Kupferoxydul nicht Kupferoxyd; KO^2 Kali nicht Kaliumsuperoxyd usw.

Von M, dem Zeichen für Muriaticum, das hypothetische Radikal der Salzsäure, ausgehend, erhielt Berzelius für die Chlorverbindungen folgende Formeln:

MO^2 = acidum muriaticum, Salzsäure,
MO^3 = superoxydum muriatosum, Chlor,
MO^4 = superoxydum muriaticum, Davy's Euchlorine,
MO^6 = acidum oxymuriatosum, die von Stadion und H. Davy entdeckte Unterchlorsäure (oxydierte „salzige Säure" Berzelius 1817).
MO^8 = acidum oxymuriaticum, Chlorsäure,
$KO^2 + 2\,MO^8$ = oxymurias calicus, Kaliumchlorat,
$BaO^2 + 2\,MO^2 + 4\,Ag$ = murias baryticus cumaqua, krystallisiertes Chlorbarium und analog:
FO^2 = acidum fluoricum, Flusssäure,
$NaO^2 + FO^2$ = fluas natricus, Fluornatrium,
IO^2 = acidum iodicum, Jodwasserstoffsäure,
IO^3 = superoxydum iodicum, freies Jod,
IO^8 = acidum oxyiodicum, Jodsäure,
$AgO^2 + 2\,IO^2$ = iodas argenticus, Jodsilber,
$NaO^2 + 2\,IO^8$ = oxiodas natricus, Natriumjodat.

Auf der anderen Seite erhielt man für Stickstoffverbindungen, indem man von N = Nitricum ausging, folgende Zeichen:

NO = nitrogenium, suboxidum nitricum, freier Stickstoff,
NO^2 = oxydum nitrosum, Lustgas,
NO^3 = oxydum nitricum, gas nitrosum, Stickoxyd,
NO^4 = acidum nitrosum, salpetrige Säure,

$\dot{N}H^6 + O$ = Ammoniak,

$\dot{N}H^6 + \dddot{M}$ = Ammoniumnitrat,

$NO + 2\,C$ = nitratum carbonici, Cyan,

$C^2\dot{N}H^2(\bar{P})$ = acidum prussiacum, Blausäure.

Und zuletzt sei noch angeführt, daß Berzelius in dieser Periode sämtliche Hydrate nach Analogie der Krystallwasserverbindungen bezeichnete, d. h. unter Zuhilfenahme des abgekürzten Wasserzeichens Aq,

$Aq\dddot{N}$ = nitras hydricus, Salpetersäurehydrat,

$\ddot{K} + 2\,Aq$ = hydras calicus,

$2\,\dddot{Fe} + 3\,Aq$ = hydras ferricus usw.

Abgesehen von diesen vorkommenden Einzelheiten, hat sich das Formelsystem Eingang zu verschaffen gewußt und ist im Grundprinzip bis heute dasselbe geblieben; Kahlbaum hat recht, wenn er in seinen Monographien III, S. 217 sagt: „daß sie (die Symbole) einfach nicht mehr entbehrt werden können. Trotz ihrer rein formellen Natur dürfte es nicht zweifelhaft sein, daß sie durch Beseitigung unzähliger, mit Zeitverlust, Umständlichkeit und Verworrenheit verknüpfter Übelstände für die chemische Forschung ein mächtiger Hebel wurden und daß Berzelius durch sie die Klarheit und Anschaulichkeit seiner Wissenschaft förderte, wie keiner vor oder nach ihm."

„Dass die Stellung der Atome (in isomerischen Körpern) verschieden sein müsse, setzt die isomerische Natur dieser Verbindungen an und für sich voraus." Mit diesem Satze wollte Berzelius nicht sagen, daß das Problem, die räumliche Stellung der Atome zu erforschen, gelöst sei, sondern, wie Meyer in seiner Geschichte der Chemie (S. 217) schreibt: „er meinte gewiß nur die Ermittelung der gegenseitigen Beziehungen von Atomen in ihren Verbindungen, insbesondere die Feststellung der Art, wie die Atome zu näheren Bestandteilen oder zusammengesetzten Radikalen verbunden sind". Das Ergebnis dieses Versuches war die Radikaltheorie, die wir nun des nähern zu behandeln haben. Berzelius und Liebig haben unstreitig das große Verdienst, diese Theorie aufgestellt zu haben. Ausgehend von dem Nachweis, daß das Cyan in seinen zahlreichen Verbindungen wie ein Element fungiert und selbst in freiem Zustande bekannt ist, kam man zu der Idee, die Konstitution einzelner Verbindungen durch Annahme zusammengesetzter Radikale zu erklären.

Nicht minder wichtig ist die von dem Entdecker des Volumgesetzes, Gay-Lussac, aufgestellte Theorie über die Zusammensetzung des Alkohols und des Äthers, welche die Grundlage der sogenannten „Ätherintheorie"

bildet, indem er dabei aufmerksam machte, dass die Dampfdichten von Alkohol, Äther, Wasser und ölbildendem Gase so beschaffen sind, daß der Äther aus $^1/_2$ Volumen Wasser und 1 Volumen ölbildendem Gase, der Alkohol aus gleichem Volumen beider entstehend, betrachtet werden können (Ladenburg, Vorträge, S. 132.) Dumas und Bullay suchten diese Theorie auch auf andere Abkömmlinge des Alkohols und des Äthers auszudehnen. Das ölbildende Gas ist für sie ein Radikal, d. h. eine Atomgruppe, welche den Elementen ähnlich Verbindungen eingeht und zwar wurde von ihnen das Radikal „Ätherin" (eine Bezeichnung von Berzelius) C_4H_4 in den später Äthylverbindungen genannten Körpern angenommen und zugleich mit den Ammoniaksalzen in vollständige Harmonie gebracht, welche durch folgende Tabelle — die eine Analogie von organischen und anorganischen Verbindungen herzustellen sucht — gezeigt werden soll:

Ölbildendes Gas $2\,C_2H_2$	Ammoniak NH_3,
Salzsaurer Äther $2\,C_2H_2 + HCl$,	Salmiak $NH_3 + HCl$,
Äther (Schwefeläther) $4\,C_2H_2 + H_2O$,	Ammoniumoxyd $2\,NH_3 + 2\,H_2O$,
Alkohol $4\,C_2Z_2 + 2\,H_2O$,	Essigsaures Ammoniak $2\,NH_3 + C_8H_6O_3 + H_2O$,
Essigäther $4\,C_2H_2 + C_8H_6O_3 + H_2O$,	
Oxaläther $4\,C_2H_2 + C_4O_3 + H\,2\,O$,	Oxalsaures Ammoniak $2\,NH_3 + C_4O_3 + H_2O$.

Diese Aufstellung gibt Ladenburg in seinen Vorträgen S. 133 und bemerkt unten, daß sich in dieser Tabelle offenbar Druckfehler befinden würden. Meyer gibt in seiner Geschichte der Chemie S. 218 eine andere Analogie von organischen und anorganischen Verbindungen, die wir hier der Vollständigkeit halber wiedergeben wollen:

Ätherin C_4H_4,	Ammoniak H_3N,
Alkohol $C_4H_4 + H_2O$,	
Äther $2\,C_4H_4 + H_2O$,	
Salzsauren Äther $C_4H_4 + HCl$,	Salmiak $H_3N + HCl$,
Essigäther $2\,C_4H_4 + C_8H_6O_3 + H_2O$.	Essigsaures Ammoniak $2\,H_3N + C_8H_6O_3 + H_2O$.

Beiden Tabellen liegen die Atomgewichte Dumas' zu Grunde, nämlich auf $H = 1$, $C = 6$, $O = 16$.

Hiermit schliessen wir einstweilen die Abhandlung über die Radikaltheorie ab und werden vorerst die einzelnen Forscher der neueren Zeit einzeln durchgehen, um alsdann auf die einzelnen Zweige der Chemie eingehend zurückzukommen.

Ein auf dem Gebiete der Radikaltheorie tätiger Forscher ist *H. V. Regnault.*

Derselbe wurde 1810 zu Aachen geboren, studierte an der polytechnischen Schule in Paris und trat alsdann in den Bergdienst über. Später wurde er Professor in Lyon und erhielt 1840 den Lehrstuhl an der polytechnischen Schule zu Paris. Ein Jahr darauf wurde ihm die Lehrtätigkeit am Collège de France übertragen, 1847 zum „Ingenieur en chef des mines" befördert und 1854 zum Direktor der Königlichen Porzellanfabrik in Sèvres ernannt. Regnault starb am 19. Januar 1878 in Auteuil bei Paris. Als Schüler Liebigs hat er bis zum Jahre 1840 der organischen Chemie seine Aufmerksamkeit geschenkt und sie mit bedeutenden Arbeiten bereichert. Später widmete er sich den physikalisch-chemischen Untersuchungen, die ihm einen hervorragenden Platz in der Geschichte der Chemie sichern. Hervorgehoben möge zunächst seine Bestimmung über die Ausdehnung und die Dichtigkeit der Gase und des Quecksilbers sein, ferner die Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten und Gase, die Elastizität des Wasserdampfes bei verschiedenen Temperaturen, die spezifische Wärme vieler Körper, die Verdampfungswärme des Wassers und verschiedener anderer Flüssigkeiten, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in diversen Gasen.

Bezüglich seiner literarischen Veröffentlichungen mögen folgende Publikationen erwähnt werden: Sein „Cours élémentaire de chimie" (Paris 1847—1849, 2 Bde.; 6. Aufl. 1870, 4 Bde.), von Wislicenus ins Deutsche übersetzt, Braunschweig, 1877—81. Seine Arbeiten über Gase sind größtenteils gesammelt erschienen als „Relations des expériences entreprises pour déterminer les lois et les données physiques nécessaires au calcul des machines à feu" (1847—1870, 3 Bde.). Außerdem schrieb Regnault: „Études sur l'hygrométrie" (1845), „Recherches chimiques sur la respiration des animaux". Auf seine Arbeiten werden wir in diesem Zeitabschnitt des öfteren zurückkommen; an Regnault anzureihen wäre ebenfalls ein französischer Forscher namens

Auguste André Thomas Cahours, geb. 2. Oktober 1813 in Paris und dort am 17. März 1891 gestorben; er war Professor an der Zentralschule und Examinator an der polytechnischen Schule in Paris. Seine Arbeiten erstreckten sich hauptsächlich auf den Amylalkohol, die ätherischen Öle, Schwefeläthyl, Phosphorbasen usw. Ferner lehrte Cahours die Anwendung des Phosphorsuperchlorids zur Darstellung organischer Chlorverbindungen und stellte das „Amyl" mit Metallen dar.

Bezüglich seiner schriftstellerischen Tätigkeit verdient sein „Traité de chimie générale élémentaire" (Paris 1855, 4. Aufl. 1879, 3 Bde.) hervorgehoben zu werden, ferner der mit Hofmann angefertigte Bericht über

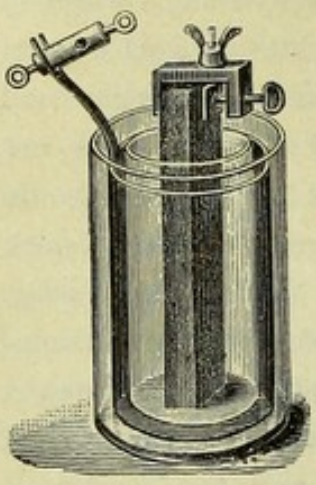
die chemische Industrie auf der Weltausstellung in Paris 1867. Eine Mittelstellung zwischen Berzelius und Liebig nimmt Bunsen ein, und zwar in Bezug auf seine Untersuchungen über die Kakodylreihe; während Liebig „jedes Haschen nach neuen Prinzipien“ empfiehlt, verwarf Bunsen die Untersuchung der Natur der Radikale nur als nicht opportun und begnügte sich damit, beim Kakodyl die Identität der Kräfte in der unorganischen und organischen Natur nachgewiesen zu haben. Ohne zu leugnen, daß es etwas anderes für uns Erkennbares — wenn auch schwierig zu Untersuchendes — gibt, lehrt Berzelius, daß die organische Welt ein Abbild der unorganischen sei und sich nur durch die Zusammensetzung der Teile unterscheide, welche in der Artennatur aus Elementaratomen erscheinen. Bei der Abhandlung über die Radikaltheorie werden wir Gelegenheit haben auf die Ansichten der drei Forscher zurückzukommen.

Robert Wilhelm Bunsen wurde am 31. März 1811 zu Göttingen geboren, studierte 1828 dortselbst, setzte seine Studien in Paris, Berlin und Wien fort und habilitierte sich 1833 als Privatdozent in Göttingen. Im Jahre 1836 erhielt er den Ruf als Professor und Nachfolger Wöhlers am polytechnischen Institut zu Kassel, dann wurde er zwei Jahre später Professor in Marburg. 1851 zog Bunsen nach Breslau, wo er den Plan zum chemischen Institut entwarf. Nach kurzem Aufenthalte in letzter Stadt siedelte Bunsen 1852 nach Heidelberg über, wo er bis zum Jahre 1889 als Zierde der Universität tätig war und bis zu seinem Lebensende (16. August 1899) das „otium cum dignitate“ genoß.

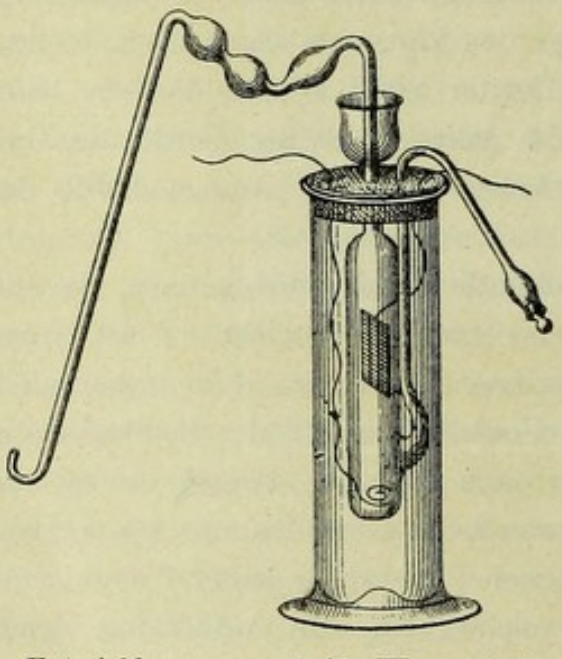
Ihm verdankt die Chemie außerordentlich viele Forschungen, die auf die Weiterentwicklung der Chemie äußerst befruchtend wirkten. Mit seinen Arbeiten auf anorganischem Gebiete beginnend, ging er auf die organischen Arsenverbindungen über, durch deren Untersuchung er der Radikaltheorie einen festen Rückhalt gab. Seine Arbeiten über die Doppelcyanüre, die Kakodylreihe und die chemische Verwandtschaft werden uns im Verlauf der Geschichte noch des öfteren begegnen. Gleich bedeutend sind seine Forschungen über gasige Körper, welche ihm zur Auffindung neuer Methoden dienten, durch deren Verbesserung und Kombination er die heutige Gasanalyse ins Leben rief. Nicht minder befruchtend wirkten seine Arbeiten auf physikalischem, mineralogischem und organischem Gebiete, auf die wir noch zurückkommen werden.

Zu erwähnen wäre noch die Bereicherung der analytischen Chemie durch Einführung der Flammenreaktionen, ferner vor allem anderen die Entdeckung der Spektralanalyse, die zur Auffindung des Rubidiums und

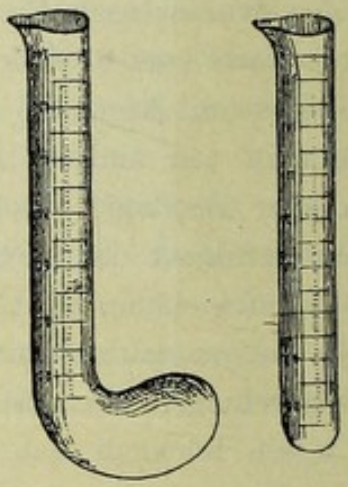
Cäsiums führte. Mit Kirchhoff machte Bunsen die großartige Entdeckung und beide Gelehrte gaben zusammen das Werk „Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen“ (Wien 1861) heraus. Weiter sind zu nennen Bunsens Arbeiten über die Diffusion, über die Verbrennungserscheinungen der Gase, über die elektrolytische Gewinnung der Alkali- und Erdalkalimetalle und über Photochemie; auch konstruierte er mehrere nach ihm benannte Apparate, wie den Gasbrenner, ein galvanisches Element (s. Abbild.), verschiedene Eiskalorimeter und andere. Ferner stellte er zuerst das Magnesium in größerer Menge dar und entdeckte im Jahre 1860, daß man durch Verbrennen von Magnesiumdraht ein ungemein glänzendes und chemisch wirksames Licht erhält. Von seinen Schriften mögen folgende angeführt sein: „Enumeratio ac descriptio hygrometrum“ (Göttingen 1830), „Schreiben an Berzelius über die Reise nach Island“ (Marburg 1846), „Über eine volumetrische Methode von sehr allgemeiner Anwendbarkeit“ (Heidelberg 1854),



Kohlenplattenelement (nach Bunsen).



Entwicklungsapparat für Wasserstoff (nach Bunsen).



a *b*

a Absorptionsröhre mit Retorte, *b* Absorptionsröhre (nach Bunsen).

„Gasometrische Methoden“ (Braunschweig 1857, 2. Aufl. 1877), „Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwässer“ (Heidelberg 1874, 2. Aufl. 1887), „Flammenreaktionen“ (Heidelberg 1880, 2. Aufl. 1886).

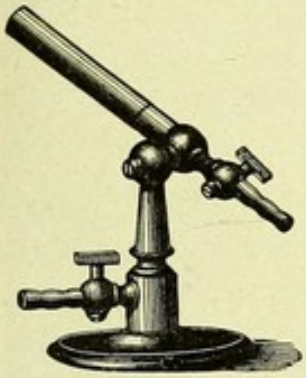
Wie wir oben schon hervorgehoben haben, hat Bunsen mit Kirchhoff die Spektralanalyse entdeckt. Obwohl Physiker, hat dieser Forscher ein für die

Bildniss Sr. Excellenz des

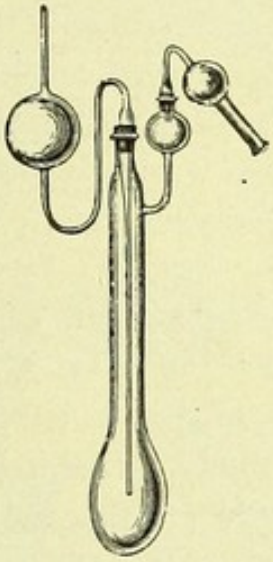
Geheimrathes Professor Dr. Robert Wilhelm Bunsen. †

(Eigene Sammlung.)

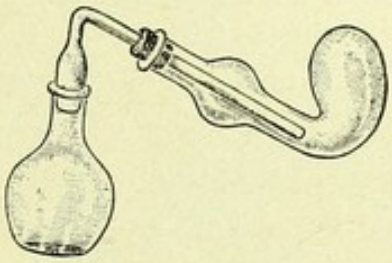
Chemie bedeutungsvolles Gesetz, das sog. Kirchhoff'sche, welches das Verhältnis von Emission und Absorption behandelt und somit gleichzeitig die theoretische Grundlage für die Spektralanalyse bildete, geschaffen.



Gasgebläse
(nach Bunsen).



Alkalimetrischer Apparat
(nach Bunsen).



Absorptionsapparat
(nach Bunsen).

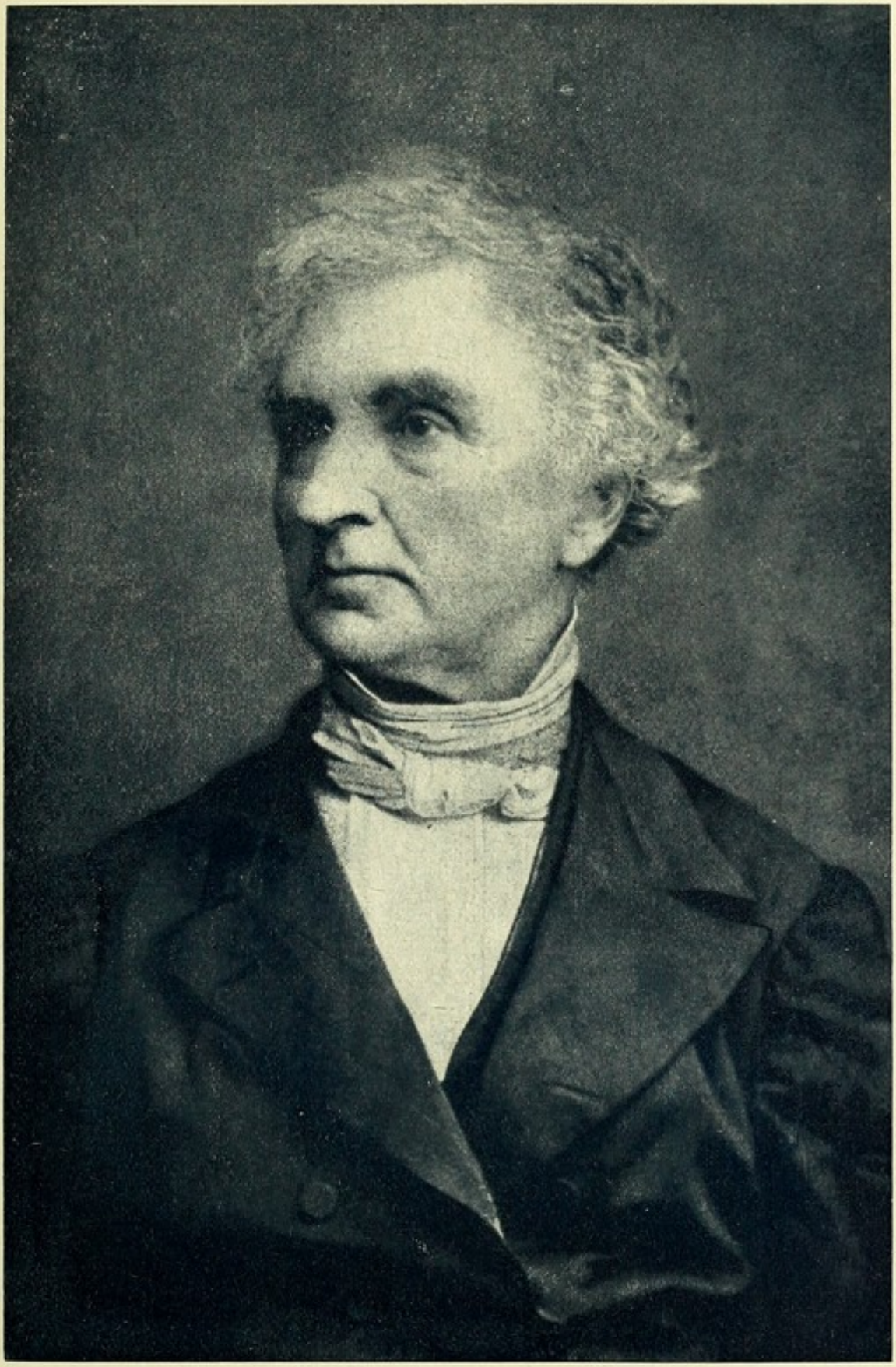
Gustav Robert Kirchhoff wurde geboren am 12. März 1824 in Königsberg, studierte 1842 in Königsberg Mathematik und Physik und habilitierte sich 1848 an der Universität in Berlin. Schon zwei Jahre später erhielt Kirchhoff einen Ruf als außerordentlicher Professor nach Breslau und vier Jahre später einen solchen als ordentlicher Professor der Physik nach Heidelberg. Die Akademie der Wissenschaften Berlin ernannte 1874 ihn zu ihrem Mitgliede und in demselben Jahre wurde Kirchhoff die Professur der mathematischen Physik an der Berliner Hochschule übertragen. Er starb am 17. Oktober 1887. Außer seinen Arbeiten über die Spektralanalyse kommen für uns von seinen Publikationen hauptsächlich noch in Betracht: „Untersuchungen über das Sonnenspektrum" und „die Spektren chemischer Elemente" (Berlin 1861—63, 1866—75).

Wir haben nunmehr das Leben zweier Gelehrten zu schildern, „die," wie Meyer in seiner „Geschichte der Chemie", S. 225, richtig bemerkt „durch die Gleichartigkeit ihrer wissenschaftlichen Bestrebungen zusammengeführt und in köstlichem Freundschaftsbunde vereint (Liebig und Wöhler), auch in der Geschichte zusammen gehören; das Bild des einen bleibt unvollkommen, wenn nicht die charakteristischen Züge des anderen dasselbe ergänzen. Die Früchte ihrer gemeinsamen Arbeit gehören zu den schönsten am Baume der chemischen Forschung. Ihr von A. W. Hoffmann auszugsweise veröffentlichter Briefwechsel, die Jahre 1829—73 umfassend,

ist ein Denkmal der Freundschaft beider Männer und ein für die Geschichte der Chemie sehr wichtiger Beitrag."

Justus von Liebig wurde am 12. Mai 1803 zu Darmstadt als Sohn eines Materialwarenhändlers geboren und im frühesten Alter als Gehilfe bei der Bereitung von Farben und chemischen Produkten benutzt, wodurch bei ihm eine große Neigung zur experimentellen Chemie entstand, die sich durch fleißiges Studium von wissenschaftlich-chemischen Werken derartig vermehrte, daß Liebig für seine Gymnasialstudien nur geringes Interesse zeigte und dieselben stark vernachlässigte. Man weiß sich gerade aus dieser Zeit folgende Episode zu erzählen. Liebig besuchte die Tertia des Darmstädter Gymnasiums; gleichzeitig mit Liebig stritten sich Gervinus, der Historiker, und Jhering, der Jurist, um die Ehre — Klassenletzter zu sein. Namentlich Liebigs träumerisches Dasitzen brachte den Klassentyrann oft zur gelinden Verzweiflung, so daß er nach einer großen Philippika eines Tages mit den Worten schloß: „Sag' mir nur, Liebig, was soll denn aus dir später werden?" „Aus mir? Chemiker!" war die mit leuchtenden Augen gegebene Antwort. „Da guckt einmal den Nichtskenner an, und der will Chemiker werden!" rief der Klassenlehrer. Auch Jakob Vollhard, ein Schüler Liebigs, berichtet — wie Kohut in seiner trefflichen Liebig-Biographie S. 8 ff. schreibt — daß er aus dem Munde Liebigs selbst vernommen habe, daß dieser auf der Schule wegen seiner angeblichen Talentlosigkeit viel zu leiden gehabt habe. „Mein Nachbar", so erzählte einmal der ungeratene Schüler voll Humor, „war ein gewisser Reuling; wir machten einander den untersten Platz in der Schule streitig; während ich an meine chemischen Experimente dachte, pflegte Reuling heimlich in seinem Heft unter der Tischplatte emsig zu schreiben. ‚Was machst du denn da?' — ‚Ich komponiere!' Gelegentlich der Naturforscherversammlung in Graz viele Jahre später blieb ich mit meinem Freunde Wöhler einige Tage in Wien. Um über den Abend zu disponieren, sahen wir uns die Theateranzeigen an; da stand Kärntherthor-Theater, große Oper, unter Direktion des k. k. Hofkapellmeisters Reuling. Sollte das am Ende mein alter Schulkamerad sein? Wir gingen dorthin, richtig, da stand er am Dirigentenpult; wir feierten ein recht fröhliches Wiedersehen!"

Man erzählt, daß in Liebigs vierzehntem Lebensjahre sich in der Bibliothek nicht ein einziger Band chemisch-wissenschaftlichen Inhalts befunden habe, der nicht von ihm gelesen worden wäre; ja, Liebig räumt dieses in seinen Aufzeichnungen aus den sechziger Jahren des XIX. Jahrhunderts selbst ein, indem er sagt: „Das Lesen der Bücher ging natürlich ohne irgend eine Ordnung vor sich; ich las die Bücher, wie sie eben auf den Brettern



Justus v. Liebig.
(Porträt-Kollektion Hanfstaengl, München.)

aufgestellt waren; von unten nach oben, von rechts nach links war mir ganz gleichgültig; für deren Inhalt war mein vierzehnjähriger Kopf wie der Magen eines Straußes, und es fanden darin die 32 Bände von Macquers chemischem Wörterbuche, der Triumphwagen des Antimonii von Basilius Valentinus, Stahls phlogistische Chemie, Tausende von Aufsätzen und Abhandlungen in Göttings und Gehlers Zeitschriften, die Werke von Kirwan, Cavendish usw. ganz gemütlich Platz nebeneinander."

Mit der Theorie ging auch die Praxis Hand in Hand; es gab keinen Versuch, den er nicht schon mehrere Male angestellt hätte. Es war für ihn ja überaus bequem, da ihm die Gerätschaften seines Vaters zur Verfügung standen. Überdies kam unserem jungen Forscher eine überaus scharfe Beobachtungsgabe bei all seinen Versuchen zu gute. Liebig gibt dieses selbst zu, indem er schreibt: „Die Anlage, in Erscheinungen zu denken, kann sich natürlich nur ausbilden, wenn die Sinne fortwährend geübt werden, und bei mir geschah dieses, indem ich alle Versuche, deren Beschreibung ich in den Büchern las, soweit eben meine Mittel reichten, zu produzieren suchte; diese Mittel waren sehr beschränkt, und so kam es, daß ich, um meine Neigung zu befriedigen, die Versuche, die ich eben machen konnte, unzähligemal wiederholte, bis ich an dem Vorgange nichts Neues mehr sah oder bis ich die Erscheinung, die sich darbot, nach allen Seiten genau kannte. Die natürliche Folge davon war die Entwicklung des Gedächtnisses, der Sinne, namentlich des Gesichts, eine scharfe Auffassung der Ähnlichkeit oder Verschiedenheit eines Dinges oder einer Erscheinung, welche mir später zu statten kam." (Vergl. Kohut, Justus v. Liebig, S. 7.)

Trotz alledem hielten ihn seine Lehrer für einen unbegabten Knaben, als Beweis dafür möge folgende hübsche Szene aus der Schule, die Kohut nach Diffenbach in seinem schon wiederholt erwähnten Werke erzählt, (S. 9) wiedergegeben werden:

„Setz' dich, Liebig! Du bist ein Schafskopf!" Der so sprach, war Herr Joh. Justus Storck, Konrektor am Gymnasium zu Darmstadt, ein gefürchteter Schulmonarch, der sich durch seine Ausgaben der Fabeln des Phaedrus und des Cornelius Nepos auch eine gewisse literarische Unsterblichkeit im Kreise der hessischen Schuljugend erworben hat. Liebig saß mit noch zwei Unglücksgefährten unten an. Der Konrektor hatte gerade seinen schlechten Tag, denn ebenso unbefriedigt schied er von dem noch „unter Liebig" sitzenden Jungen Georg Gervinus; nun drohte sich das Urteil über dem Haupte desjenigen, der zu allerunterst saß, des eigentlichen Ultimus, des vierzehnjährigen Johann Jakob Kaup, zu entladen.

Allein der Gestrenge zog es vor, statt diesen auf die Folter zu spannen, wieder zu dem jungen Liebig zurückzukehren. „Was willst du werden?“ — „Chemiker!“ — „Dummkopf, was ist denn das?“ entgegnete Storck mit verächtlichem Achselzucken. „Seht ihr,“ fuhr er fort, „ihr drei seid unwürdig, in die Hallen der Wissenschaft einzutreten. Köpfe habt ihr zwar größer und dicker, wie alle anderen, aber der Spiritus fehlt darin. Spart euch die Mühe und euren Eltern das schöne Geld! Liebig, dein Latein reicht gerade aus zum Apotheker; du, Gervinus, kannst weder Latein noch Deutsch, und du, Kaup, kannst überhaupt gar nichts!“ Storck hatte sich in diesen drei Schülern sehr getäuscht, denn Liebig wurde der berühmte Bahnbrecher auf dem Gebiete der Chemie, Gervinus, welcher zuerst dem Kaufmannsstande zugeführt war, wurde diesem untreu und später ein berühmter Geschichtsforscher, und Kaup Naturforscher, der sich durch seinen Versuch, den „Darwinismus zu widerlegen“, berühmt machte.

Liebigs einziger Wunsch war, sich für die Folge nur der Chemie zu widmen; er trat deshalb im Jahre 1818 bei einem Apotheker in Heppenheim bei Darmstadt in die Lehre. Sein Bleiben daselbst war jedoch nicht von großer Dauer, weil er nicht die wissenschaftliche Nahrung fand, die er suchte. Nach Verlauf von zehn Monaten kehrte er in seine Vaterstadt zurück, um sich auf das Hochschulstudium vorzubereiten.

Liebig bezog hierauf die Universitäten Bonn und Erlangen, wo er bei Kastner theoretische Chemie hörte; nebenbei beschäftigte er sich auch mit anderen Naturwissenschaften und befleißigte sich, die versäumten Sprachstudien nachzuholen. Da in jener Zeit die Gelegenheit, sich in der Chemie selbständig auszubilden, auf den Hochschulen fehlte, versäumte Liebig nicht, sich in der neuesten Literatur seiner Wissenschaft auf dem Laufenden zu erhalten und beteiligte sich sehr lebhaft an den Diskussionen in dem von Studierenden gebildeten „Verein für Chemie und Physik“. Vom Großherzog Ludwig I. von Hessen erhielt er eine Unterstützung, die es ihm ermöglichte, seine Studien in Paris fortzusetzen. Im Herbst 1822 ging er dorthin und hörte die Vorlesungen von Gay-Lussac, Thénard, Dulong, wobei er sich ganz besonders befleißigte, seine mathematischen Kenntnisse zu vervollkommnen.

An dieser Stelle wollen wir nicht unterlassen, zu erwähnen, daß Liebig mit großer Bitterkeit über die verlorenen zwei Jahre in Erlangen, wo er die Kollegien Schellings hörte, in seiner 1840 erschienenen Schrift „Über das Studium der Naturwissenschaft“ spricht. Die bezügliche Stelle lautet folgendermaßen: „Ich selbst brachte einen Teil meiner Studienzeit

auf einer Universität zu, wo der größte Philosoph und Metaphysiker des Jahrhunderts die studierende Jugend zur Bewunderung und Nachahmung hinriß, wer konnte sich damals vor Ansteckung sichern? Auch ich habe diese, an Worten und Ideen so reiche, an wahrem Wissen und gediegenen Studien so arme Periode durchlebt, sie hat mich um zwei Jahre kostbaren Lebens gebracht."

Privatim befaßte sich Liebig noch mit der Erforschung der Knallsäure (Nitroacetonitril $C_2H_2N_2O_2$) und errang mit der Darlegung der bei dieser Arbeit erhaltenen Resultate vor der Akademie das größte Wohlwollen A. v. Humboldts, der sich zu dieser Zeit in Paris aufhielt. Durch Vermittlung dieses Gelehrten war es Liebig vergönnt, die besten Hilfsmittel, die Paris damals bot, zu benutzen. Hier wollen wir hervorheben, daß Liebig an Gay-Lussac seine beste Stütze fand; letzterer nahm ihn als ersten Schüler in sein Privatlaboratorium auf, und beide vollendeten die Arbeit über die Knallsäure gemeinsam. Liebig hatte nunmehr die Absicht, sich dem Lehrfache zu widmen. Um dieses Ziel zu erreichen, hatte er eine große Schwierigkeit zu überwinden, da er sich in seinem Heimatlande nicht habilitieren konnte, weil er nicht auf der Landes-Universität promoviert hatte. Durch die Bemühungen seines Gönners A. v. Humboldt wurde auch dieses Hindernis beseitigt; Liebig machte sein Examen an der Universität in Gießen und nach Bestehen desselben wurde sein an der Universität in Erlangen erworbener Doktortitel anerkannt. Er wurde darauf im 21. Jahre zum außerordentlichen Professor der Chemie an der Hochschule in Gießen ernannt und avancierte zwei Jahre darauf zum ordentlichen Professor. Die ihm bezüglich seiner Lehrtätigkeit entgegengebrachten Vergünstigungen rechtfertigte er dadurch, daß er die glänzendsten Anerbieten anderer Staaten ausschlug und an der Gießener Hochschule festhielt. Besondere Anregung fand er auf seinen Reisen durch Frankreich, England und Deutschland, wo er mit den bedeutendsten Forschern zusammentraf. Vermöge seiner Verdienste um die Wissenschaft wurde er Mitglied vieler Akademien und anläßlich des Jubiläums der Göttinger Universität durch die Ernennung zum Dr. med. hon. c. ausgezeichnet. Im Jahre 1845 wurde ihm vom Großherzog von Hessen die Freiherrnwürde verliehen. 28 Jahre wirkte er mit großem Erfolge an der Gießener Hochschule und siedelte hierauf nach München über, von dem Wunsche durchdrungen, fernerhin nicht mehr im Laboratoriumsunterrichte tätig zu sein, sondern sich mehr den chemisch-wissenschaftlichen Forschungen hinzugeben. Sein überaus tatenreiches, mit den größten Erfolgen gekröntes Leben beschloß er am 18. April 1873.

Hiermit schließen wir die Biographie des berühmten Forschers ab; die folgenden Betrachtungen werden seinen hervorragenden Arbeiten gewidmet sein, die uns zeigen, wie überaus segensreich seine Lehrtätigkeit auf den verschiedensten Gebieten der Chemie war. Wir werden dabei Liebig als großen Reformator kennen lernen.

In erster Linie heben wir seine Lehrtätigkeit hervor. In der Tat, Liebig steht als Lehrer unvergleichlich da. Er liebte es, recht viele Zuhörer zu haben, die er von Grund auf mit den Lehren der Chemie vertraut machte. Er war der erste, der einen systematischen chemischen Unterricht an der Universität einführte und ein Unterrichtslaboratorium eröffnete. Letzteres wurde eine Bildungsstätte allerersten Ranges; überhaupt wußte Liebig seine Hörer durch seine Vortragsweise und die ihm eigene Liebenswürdigkeit derartig zu begeistern, daß alle von seinen Ausführungen hingerissen wurden. Die Eigenart unseres Forschers als großer Lehrer bestand darin, daß er seine Schüler zum Selbstdenken anzuregen und ihnen, indem sie seine Ideen ausführten, den Geist der Wissenschaft einzuimpfen verstand. Nicht ohne Grund schildert Kolbe die Lehrtätigkeit Liebigs mit folgenden Worten: „Liebig war nicht Lehrer in gewöhnlichem Sinne; in außerordentlichem Maße wissenschaftlich produktiv und reich an chemischen Gedanken, teilte er diese seinen reiferen Schülern mit, veranlaßte sie, seine Ideen experimentell zu prüfen und regte so allmählich zu eigenen Gedanken an, zeigte ihnen den Weg und lehrte die Methoden, wie chemische Fragen und Probleme an der Hand der Experimente zu lösen sind.“ Aber nicht nur im Laboratorium selbst, sondern auch in den Experimentalvorlesungen war Liebig als ausgezeichneter Lehrer tätig. Er zählte eine große Anzahl von Männern, die seine Lehren an Universitäten, polytechnischen Hochschulen, Gewerbeschulen usw. weiter fortpflanzten, zu seinen Schülern, von denen wir hier einige anführen wollen: Brodie, H. L. Buff, v. Bibra, Felling, Frankland, Fresenius, Gerhardt, Henneberg, A. W. von Hofmann, Martins, Muspratt, Rochleder, Scherer, Schlieper, Schloßberger, Strecker, Varrentrapp, Williamson, Wurtz u. a.

Bezüglich der Experimentaluntersuchungen haben wir Liebig als einen genialen, weitsehenden Forscher aufzufassen, der gerade der organischen Chemie mit Vorliebe seine Kräfte widmete, ohne jedoch dabei die wichtigsten Fragen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie zu vernachlässigen. Zunächst haben wir die bedeutenden Erfolge seiner Arbeit über die knallsauren Salze zu verzeichnen, dann kam die Erkennung der Isomerie der Cyan- und Knallsäure, wodurch ein großes Feld für die Forschung eröffnet wurde, und nicht zuletzt ist des Umstandes zu gedenken, daß Liebig uns

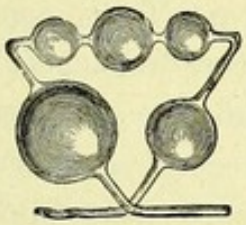
Alexander von Humboldt.

(Gestochen von Steuben.)

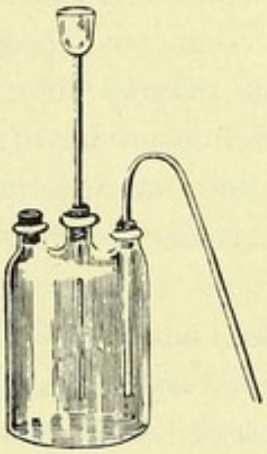
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

eine Methode zur Analyse der organischen Verbindungen schuf, welche bis zum heutigen Tage unverändert geblieben ist. Hierbei möge an seine Konstruktion des Fünfkugelapparates, (s. Abb.), welcher bei der organischen Analyse vorzügliche Dienste leistet, hingewiesen werden.

Durch seine Forschungen über die Zusammensetzung der Säuren kam er auch zu der richtigen Erfassung der „Basizität“ und entwickelte

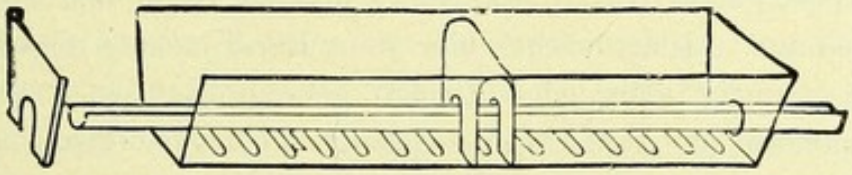


Kaliapparat (nach Liebig).



Aspirator (nach Liebig).

Kaliapparat (nach Liebig).



Verbrennungsofen mit Kohlenfeuer (nach Liebig).

seine Lehre von den mehrbasischen Säuren; für die Entwicklung und Neubelebung der Radikaltheorie war Liebig insofern tätig, als er schon früher Untersuchungen über Körper, die dem Alkohol und der Essigsäure nahe stehen, so über Ätherschwefelsäure, Aldehyd, Acetat, Chloral usw. in vortrefflichster Weise ausführte, und wir können uns den Worten Ernst v. Meyer's in seiner „Geschichte der Chemie“ nur anschließen, die folgendermaßen lauten: „Man geht fürwahr mit der Behauptung nicht fehl, daß die heutige organische Chemie hauptsächlich in den bahnbrechenden Arbeiten Liebigs und in den von ihm und Wöhler ausgeführten Untersuchungen wurzelt. Aber auch der anorganischen Chemie verhalf Liebig zu ihrem Rechte und nicht in letzter Linie verdankt ihm das Kunstgewerbe seine heutige Blüte. Er war es, der der Galvanoplastik neue Bahnen wies, neue Methoden zur Vernickelung, Versilberung, Vergoldung lehrte. Vergessen wollen wir nicht, daß besonders die Spiegelfabrikation ihm zu großem Danke verpflichtet ist, indem er Methoden zur Versilberung

von Glasspiegeln durch Reduktion von Silberlösungen mit Hilfe von Aldehyden ausarbeitete."

Vor allen anderen Gebieten war es die Agrikulturchemie, welche durch Liebig eigentlich erst begründet worden ist. Gegen Ende der dreißiger Jahre stellte er sich die großen Probleme, die Ernährung der Pflanzen und der Tiere, den Stoffwechsel der Lebewesen durch experimentelle Unternehmungen zu ergründen. Diese Arbeiten gehören speziell der physiologischen Chemie an und sind von epochemachender Bedeutung. Wir wollen einige hervorragende Kapitel hier kurz anführen. Durch seine pflanzenphysiologischen Forschungen war Liebig zu der Überzeugung gekommen, daß die Pflanze ihre Nahrung teils der Luft, teils dem Boden entnehmen muß und zog hieraus die Folgerung, daß der an Nährstoffen immer ärmer werdenden Erde auf künstlichem Wege Ersatz für diesen Verbrauch zugeführt werden müsse. Wenn wir auch heute an diesem glücklichen Gedanken nichts Überraschendes finden, so wirkte er doch damals geradezu verblüffend und wurde von allen Seiten auf das freudigste begrüßt. Liebig war eifrig bestrebt, seine Theorie durch das Experiment zu beseitigen. Sein Versuchsfeld war ein kahler Landstrich am Saume des Philosophenwaldes bei Gießen, auf dem kein Baum und kein Strauch gedeihen konnte. Liebig machte hier seine Experimente; dieselben waren von einem derartig glänzenden Erfolge gekrönt, daß nach Verlauf von einigen Sommern die ganze kahle Gegend in schöne Gärten verwandelt war. Jetzt nennt man diese Anlage die Liebigshöhe.

Der Nutzen, der sich aus diesen Versuchen ergab, ist unberechenbar. Liebig hat durch die erwiesene Nützlichkeit künstlicher Düngemittel nicht nur die Erträge vermehrt und die Ernten verbessert, sondern er hat auch den Landwirt von der Beschaffenheit seines Bodens unabhängig gemacht. Der Landwirt braucht nicht mehr die Größe seines Viehstandes der Ausdehnung seiner Felder entsprechend anzupassen; er kann jedes Düngemittel in konzentrierter Form beziehen und zwar aus Quellen, welche ihn bereichern, ohne andere Felder an Nährstoffen zu verarmen, wie es beispielsweise der Fall ist, wenn ein Landwirt ausschließlich mit Stalldünger düngt, sein Vieh aber nur mit zugekauftem Futter, dessen Asche die Pflanzennährstoffe enthält, füttert. Drei Pflanzennährstoffe sind es, welche den Pflanzen zugeführt werden können, nämlich Kali, Stickstoff und Phosphorsäure. Die kalihaltigen Düngemittel, welche heute in der Landwirtschaft Verwendung finden, stammen zum allergrößten Teile aus Staßfurt und gehen über die ganze Welt. Sie ermöglichen in Verbindung mit der Thomasschlacke die Moore ertragsfähig zu machen; auch die Kaffee-

plantagen, Tabakfelder, Mais- und Baumwollpflanzungen Ceylons und Amerikas werden mit Kalisalzen gedüngt, die zu Staßfurt aus der Erde gegraben werden. Es würde zu weit führen, wollten wir uns mit diesem Fabrikationszweige näher befassen; es sei hier auf die Tabelle verwiesen, die Geh. Rat Witt in seiner trefflichen Abhandlung: „Die chemische Industrie des Deutschen Reiches im Beginne des XX. Jahrhunderts“ (Berlin 1902) über den Kaliverbrauch Deutschlands und der ganzen Welt veröffentlicht hat.

Derartige Versuche bezog Liebig aber auch auf die Tierphysiologie. Er suchte die Entstehung der Gebilde des Körpers aus den Bestandteilen der Nahrungsmittel nach chemischen Grundsätzen zu ermitteln; besonders hervorragend sind seine Arbeiten über den Stoffwechsel und die Krafterzeugung.

In ähnlicher Weise beschäftigte sich Liebig mit der Ernährung des Menschen. Bei seinen Forschungen über die Fleischbildung ermittelte er ganz genau die Zusammensetzung des Fleisches und faßte hierbei den großartigen Gedanken, den Fleischreichtum der südamerikanischen Prairien, deren zahlreiche Rinderherden nur wegen ihrer Häute getötet wurden, dem europäischen Kontinent nutzbar zu machen. In Vereinigung mit Pettenkofer arbeitete er eine Methode für den Großbetrieb aus, um dem knochenfreien Fleisch die sämtlichen Nährwerte zu entziehen. Der Ingenieur Giebert, der mit den südamerikanischen Verhältnissen vertraut war, hatte Liebigs Idee erfaßt und die erforderliche Einrichtung konstruiert. Man ging alsdann daran, in Fray Bentos eine Fleischextraktfabrik zu erbauen, die heute noch unter der Firma „Liebigs Extract of Meat Company“ besteht. Die Liebig Company besitzt in Fray Bentos nicht nur das größte aller Schlachthäuser in den La Plata Staaten, sondern sie hat auch in dem ausgedehnten Viehzuchtbezirke viele Ländereien erworben, um ihrem sich auf etwa 50 000 Stück Rindvieh beziffernden Viehbestand Weide und Unterkunft zu sichern.

Bei diesen Versuchen kam unser großer Forscher auf das Studium über die Ernährung des Kindes und lehrte, gestützt auf wissenschaftliche Forschungen, einen Ersatz der Milch, „Liebigs Kindernahrung“ genannt, zu bereiten; auch durch diese Errungenschaft wurde Liebig ein großer Wohltäter der Menschheit.

Auf schriftstellerischem Gebiete war Liebig ebenfalls überaus tätig; wir sehen auch hier den echten Naturforscher, der die Dinge wahr und deutlich darzustellen wußte und geistvolle Analogieschlüsse zu ziehen verstand. Dies ist der Grund, weshalb die Schriften Liebigs heute noch immer einen

mächtigen Reiz auf den Studierenden sowohl wie auch auf den Forscher ausüben. Seine Experimentaluntersuchungen, die er teils allein, teils mit Wöhler ausgeführt hat, wurden meist in den von ihm mit Wöhler zusammen herausgegebenen „Annalen der Chemie und Pharmacie“ veröffentlicht. In seinen selbständigen Werken: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ (1840) und der „Tierchemie“ oder „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“ (1842) erörtert er in großen Zügen seine Arbeiten aus dem Gebiete der physiologischen Chemie, welche er auf die Chemie der Agrikultur, die Physiologie und die Pathologie anwandte. Hieran anschließend erfahren wir aus einem Briefe Liebigs an Berzelius (Seite 210 des Briefwechsels), wie und wann Liebig in diese Richtung der angewandten Chemie hineingetrieben wurde. Ein „unüberwindlicher Ekel und Widerwillen gegen das Treiben in der Chemie“ hatte ihn erfaßt, derselbe war auf die Spitze gestellt durch den Streit über „die Substitutionstheorie“ usw. Darauf entwickelte er das Programm seiner agrikulturchemischen Arbeiten.

Im Jahre 1844 schrieb Liebig die „Chemischen Briefe“, mit denen er bewies, daß man die Chemie populär und doch wissenschaftlich behandeln kann. Ferner verfaßte er mit Wöhler, Poggendorff und anderen das „Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie“ und gab mit Kopp seit 1849 den Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie heraus. Endlich wollen wir noch seine Gelegenheitsschriften hervorheben, besonders diejenigen, mit welchem er den Zustand der Chemie in Österreich und Preußen beleuchtete. In seinen gelegentlichen, gegen Dumas, Laurent, Gerhard und andere gerichteten polemischen Abhandlungen zeigt sich der kritische Geist des großen Forschers; in ihrer vernichtenden Schärfe erregten sie nicht selten das Entsetzen weiter Kreise, aber sie zeigten den Mut des Mannes, der bereit ist, für das einzustehen, was er für richtig hält. Liebigs sanfter Freund Wöhler hat sich oft mit Erfolg bemüht, die allzuscharfe Dialektik des genialen Mannes zu mildern. Wir schließen hiermit die Biographie unseres Fürsten der Wissenschaft ab, indem wir noch die schönen Worte A. W. von Hofmanns anfügen: „Wenn man die Summe dessen ins Auge faßt, was Liebig für das Wohlergehen der Menschheit auf dem Gebiete der Industrie oder des Ackerbaues oder der Pflege der Gesundheit geleistet hat, so darf man kühn behaupten, daß kein anderer Gelehrter in seinem Dahinschreiten durch die Jahrhunderte der Menschheit ein größeres Vermächtnis hinterlassen hat,“ und aus dem Nachrufe, den Döllinger in der öffentlichen Sitzung der Kgl. Bayer. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1873 unserem Forscher wid-

mete, einiges herausgreifen. Der hervorragende Kirchenhistoriker führte u. a. aus:

„Noch steht er vor den Augen unserer Seele, wie er war: der Hohepriester seiner Wissenschaft mit dem klaren, lichten, jugendlich frischen Geiste, mit der tiefen Einsicht in das Leben und die Kräfte der Natur, mit dem kombinatorischen Scharfblick. Wir bewunderten ihn, wie er den Ernst und die nie ermüdende Beharrlichkeit der Spezialforschung verband mit der Weite, der kühnen Sicherheit der Kombination; wie bei ihm die reine, volle Liebe zur Wahrheit der physischen, wie der ethischen, Hand in Hand ging mit dem Trieb zu gemeinnütziger Wirksamkeit und Volksbelehrung ..... Im geschäftlichen, wie im freundschaftlichen Verkehr mit ihm ist mir stets der Eindruck eines edlen, vornehmen, niederen Motiven unzugänglichen Charakters geblieben, der nicht bloß als Gelehrter, sondern auch als Mensch berufen war, eine wohltuende Macht nach verschiedenen Seiten hin auszuüben ..... Lange noch bleibt unsere Bewunderung dem Manne gesichert, der ungekannte Gebiete unserem Blicke erschlossen, Schätze gehoben hat aus bis dahin verborgenen Tiefen, dem Manne, der uns das schöne Vorbild eines reinen und ganz im Dienste der Wissenschaft und der Menschheit, wie begonnenen so beschlossenen Lebens hinterlassen hat."

Wie wir schon vor Liebigs Biographie erwähnten, war Wöhler ein unzertrennlicher Freund und Mitarbeiter Liebigs; dieses Verhältnis wird in der sinnigsten Weise auch nach außenhin durch folgende klassische Inschrift, die sich über dem Eingange der chemisch physikalischen Abteilung des Polytechnikums in München befindet, zum Ausdruck gebracht:

DISCERNENDIS RERUM PRIMORDIIS
APERINDIS NATURAE ARCANIS
INQUE VITAE COMMODA VERTENDIS

Dieser bedeutungsvollen Mahnung zur Seite stehen die Büsten von Wöhler und Liebig als sprechende Vorbilder und ernste Zeugen solchen Strebens, Forschens und Wollens. Wahrlich, besser konnte das Band, welches beide — Liebig und Wöhler — vereinigte, nicht zum Ausdruck gebracht werden.

Wie sich Liebig und Wöhler zusammengefunden haben, beschreibt Kohut in dem schon öfter zitierten Werke S. 44 folgendermaßen: „Den beiden Forschern (Gay-Lussac und Liebig) gelang es, die bis dahin unaufgeklärt gebliebene chemische Natur der im Anfang des 19. Jahrhunderts von Howard und Brugnatelli entdeckten explosiven Metallverbindungen zu ermitteln. Mit der Erkenntnis derselben waren der Industrie der fulmi-

nierenden Verbindungen sichere Grundlagen geschaffen, welche der Forschung ganz neue Bahnen erschlossen. Die unter Gay-Lussacs Auspizien vollendete Schrift verschaffte Liebig sofort eine hervorragende Stellung in der Wissenschaft.

Doch sollte ihm diese Arbeit noch einen anderen Gewinn, einen Schatz fürs ganze Leben, nämlich die Bekanntschaft mit dem großen Forscher Friedrich Wöhler, bringen, der auf den Lebensgang seines Kollegen einen mächtigen Einfluß geübt hat. Kurz nach der Veröffentlichung von Liebigs Versuchen hatte Friedrich Wöhler, fast in demselben Alter mit ihm stehend, über einen verwandten Gegenstand gearbeitet und war zu Ergebnissen gelangt, welche Liebig bestreiten zu müssen glaubte. Die Folge war eine Polemik zwischen beiden, in welcher jedoch Liebig den Kürzeren zog. Die Begegnung auf demselben Arbeitsgebiete — für kleinere Geister so oft die Quelle zeitiger Verstimmung oder gar dauernder Entfremdung — ward den beiden hochherzigen Männern der Ursprung eines herzlichen Freundschaftsbundes, der uns noch beschäftigen wird und der ihrem Leben die duftigsten Blüten einflechtet, der Wissenschaft die edelsten Früchte zeitigen sollte."

Immer intimer gestalteten sich zwischen diesen beiden Forschern die Beziehungen, die auch auf die beiderseitigen Forschungen einen wohltuenden und befruchtenden Einfluß ausübten. Über dieses freundschaftliche Verhältnis schreibt Liebig in seinen autobiographischen Notizen (vergl. Kohut, S. 84): „Ich hatte das hohe Glück, daß von Anfang meiner Laufbahn in Gießen an gleiche Neigungen und gleiches Streben einen Freund mir gewannen, mit dem mich noch jetzt (in den sechziger Jahren des 19. Jahrhunderts) die engsten Bande der wärmsten Zuneigung verknüpfen. Während bei mir die Neigung vorwaltete, die Ähnlichkeiten in dem Verhalten der Körper oder ihrer Verbindungen aufzusuchen, besaß er ein unvergleichliches Wahrnehmungsvermögen für ihre Verschiedenheiten; eine Schärfe der Beobachtung vereinigte sich in ihm mit einer künstlerischen Geschicklichkeit und einer Genialität in der Auffindung neuer Mittel und Wege der Untersuchung oder Analyse, wie sie wenige Menschen besitzen. Man hat oft die Vollendung unserer gemeinschaftlichen Arbeiten über die Harnsäure und das Bittermandelöl gepriesen; es ist dieses sein Werk; ich kann den Vorteil nicht hoch genug anschlagen, den mir in der Erreichung meiner und unserer gemeinschaftlichen Ziele die Verbindung mit Wöhler brachte, denn in ihr verknüpfen sich die Eigentümlichkeiten zweier Schulen, und das Gute, das jede für sich hatte, kam durch das Zusammenwirken zur Geltung. Neidlos und ohne Eifersucht, Hand in Hand, verfolgten wir

unsern Weg; wenn der eine Hilfe brauchte, war der andere bereit. Man wird eine Vorstellung von diesen Verhältnissen gewinnen, wenn ich erwähne, daß viele unserer kleineren Arbeiten, die unseren Namen tragen, von einem allein sind; es waren reizende kleine Geschenke, die einer dem anderen machte."

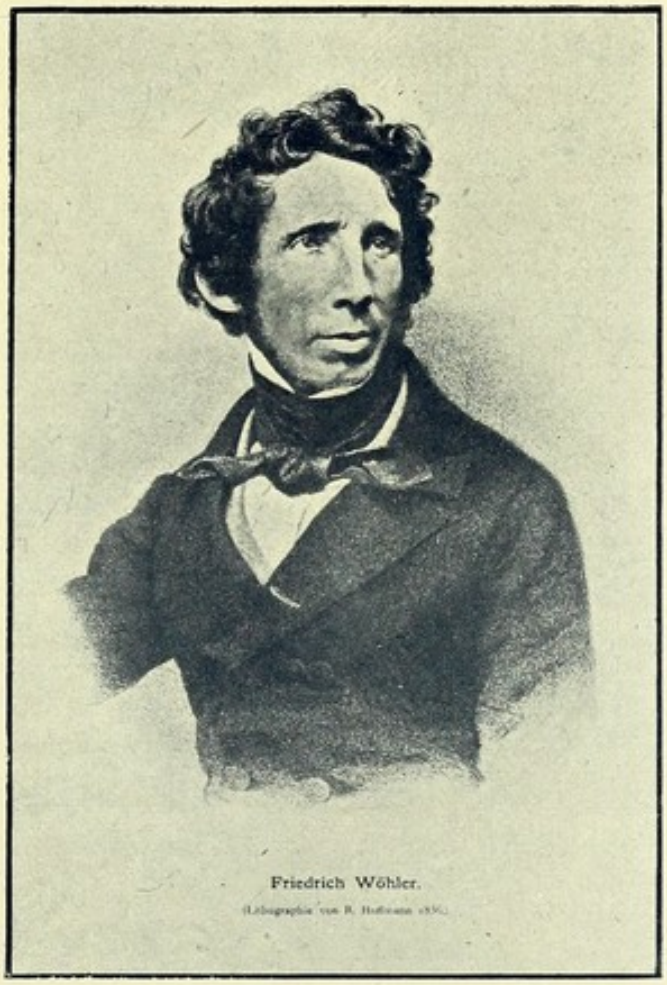
A. W. Hofmann urteilt über die verschiedenen Charaktere der beiden Forscher mit folgenden treffenden Worten:

„Liebig, feurig und ungestüm, einen neuen Gedanken mit Enthusiasmus ergreifend, daher aber auch wohl der Phantasie mehr als erwünscht die Zügel schießen lassend, die gewonnene Überzeugung hartnäckig verteidigend, aber der Erkenntnis des Irrtums keineswegs verschlossen, ja, für den Nachweis desselben aufrichtig dankbar, — Wöhler, kühl und bedachtsam, an eine Aufgabe mit nüchterner Überlegung herantretend und daher gegen jede übereilte Schlußfolgerung fast sichergestellt und erst nach sorgfältigster Prüfung, welche Irrtümer geradezu auszuschließen scheint, eine Ansicht zum Ausdruck bringend, aber beide so eigenartig den Weg der Forschung wandelnde Männer von derselben unentwegten Wahrheitsliebe beseelt! Liebig, reizbar und leicht verletzt, alsdann aufbrausend, seiner Bewegung kaum Herr und derselben nicht selten in harten Worten Luft machend, daher oft in heftige und lange Fehde verwickelt; — Wöhler, leidenschaftslos, selbst übelwollender Herausforderung gegenüber unerschütterlichen Gleichmut bewahrend, den bittersten Gegner durch die Gemessenheit seiner Sprache entwaffnend, ein abgesagter Feind von Zank und Hader und daher auch eines Friedensschlusses kaum bedürftig, — aber beide Männer von demselben unbeirrbaren Gerechtigkeitssinne durchdrungen! Kann es uns wundern, daß zwischen zwei so verschieden gearteten, aber so wunderbar sich ergänzenden Naturen eine Freundschaft reifen mußte, welche beide zu den besten Gewinnsten ihres Lebens zählen durften?" (Vergl. Hofmann „Aus Justus Liebigs und Fr. Wöhlers Briefwechsel", Bd. I, Vorwort S. 8.)

Friedrich Wöhler wurde am 31. Juli 1800 in Eschersheim bei Frankfurt a. M. geboren; in letzterer Stadt genoß er einen vorzüglichen Unterricht, wobei er unter anderen v. Grotefend und Schlosser zu seinen Lehrern zählte; hier hatte er auch schon die erste Berührung mit der Chemie, der er, dank dem Einfluß Gmelins, auch treu blieb. Im Jahre 1819 bezog Wöhler die Universität Marburg, um dort Medizin zu studieren; hierauf siedelte er nach Heidelberg, wo er sich auch mit Chemie und Mineralogie beschäftigte; er arbeitete alsdann ein Jahr lang im Laboratorium von Berzelius in Stockholm und begleitete diesen und Ad. Brongniart auf

einer zweimonatlichen geognostisch-mineralischen Reise durch Skandinavien. Im Herbste 1824 kehrte Wöhler nach Deutschland zurück und wurde 1825 Lehrer und 1827 Professor an der neubegründeten Gewerbeschule in Berlin. Den Anregungen seiner Freunde, wie Mitscherlich, Brüder Rose, Poggendorff, Magnus folgend, verließ er im Jahre 1831 Berlin, um in Kassel die Professur an der neu gegründeten Gewerbeschule anzunehmen, fünf Jahre später folgte er einem ehrenvollen Rufe nach Göttingen an Stelle Strohmeyers und wurde Professor der Medizin, Direktor des chemischen Instituts und Generalinspektor der hannoverschen Apotheken Göttingens. Hier wirkte Wöhler als Lehrer zur Zierde der „Georgia Augusta“ bis zu seinem Lebensende am 23. September 1882. — Wie Liebig, so war auch Wöhler ein außerordentlich anregender Lehrer, welcher den Hauptwert auf eine gründliche Ausbildung der Schüler in den Anfangsgründen der Chemie legte. Von seinen Schülern, die später in seinen Intentionen weiter wirkten, heben wir folgende hervor: Th. Scheerer, H. Kolbe, Henneberg, Knop, Städeler, Genther, Limpricht, Fittig, Beilstein, Hübler, Zolber.

Die analytische Chemie bereicherte er vor allem mit ausgezeichneten Methoden, die wir hier nicht aufzählen können; auf dem anorganischen Gebiete war Wöhler überaus fruchtbringend. Insbesondere verdienen seine Untersuchungen über das Aluminium Erwähnung. Ihm gelang die Darstelluug des Metalles im Jahre 1827 nach einer Methode, welche später lange Zeit für Prozesse der Metallreduktionen vorbildlich geworden ist. Wöhler schmolz Aluminiumchlorid mit metallischem Kalium in einem dicht verschlossenen Tiegel zusammen und bekam unter einer Schlacke von Chlorkalium das Metall, wenn auch noch nicht als reguläres, so doch in Form eines grauen Pulvers. Die Heftigkeit der Einwirkung des Kaliums auf das Aluminiumchlorid und die Schwierigkeit der Darstellung jenes Metalles waren Hindernisse, welche der Bereitung größerer Mengen von Aluminium im Wege standen. Im Laufe der Zeit brachte Wöhler weitere Verbesserungen bei der Ausführung dieser Reduktion zu stande und am 24. Januar 1845 konnte er an seinen Freund Liebig folgendes berichten: „Ich habe gefunden, daß man das Aluminium in geschmolzenen stecknadelkopfgroßen Kugeln erhalten kann, völlig geschmeidig, zinnweiß, in Kalilauge unter Wasserstoffentwicklung leicht löslich.“ Es war dieses jedenfalls ein großer Fortschritt, freilich waren die gewonnenen Mengen noch so gering, daß man an eine technische Verwendung nicht denken konnte. Ferner seien hier noch seine Arbeiten über Bor, Silicium, Titan, sowie über die Verbindungen derselben, welche die Ähnlichkeit der zwei letzteren Elemente mit Kohlenstoff in das richtige Licht treten ließen, angeführt.



(Kgl. Kupferstich-Kabinett, München.)

Wöhlers Schriften zeichnen sich nicht nur durch eine fesselnde Schreibweise, sondern vor allem durch Gründlichkeit und Tiefe aus; von seinen schriftstellerischen Leistungen, die er in den ersten Jahren besonders zahlreich aufzuweisen hatte, mögen folgende registriert werden: außer seiner Beteiligung an der Herausgabe des Handwörterbuches sind von Bedeutung seine Übersetzung der Jahresberichte von Berzelius, ferner der „Grundriß der organischen Chemie“ und der der anorganischen Chemie; beide Werke sind von Fittig ausgezeichnet bearbeitet und erlebten mehrere Auflagen. Seine Experimentaluntersuchungen sind meistens in „Poggendorffs Annalen“, „Annalen der Chemie und Pharmazie“ veröffentlicht; von diesen Arbeiten, die nahezu die ganze anorganische Chemie umfassen, haben einige die Aufschließung wichtiger Gebiete der organischen Chemie ermöglicht, wie dies beispielsweise seine Untersuchungen über die Cyansäure und ihre Salze, seine Entdeckung des Harnstoffes usw. bekunden. Seine Untersuchungen der Mineralien machte er der Öffentlichkeit durch sein hervorragendes Werk „Die Mineralanalyse in Beispielen“ zugänglich.

Von seinen weiteren Publikationen seien hier noch angeführt „Praktische Übungen in der chemischen Analyse“ (Berlin 1854), die deutsche Bearbeitung von Berzelius' „Lehrbuch der Chemie“ (Dresden 1825, 4 Bde., 5. Aufl. 1843—48, 5 Bde.).

Charakteristisch für die ruhige Denkungsweise Wöhlers ist, daß er niemals in die Besprechung wichtiger theoretisch-chemischer Fragen eingriff, im Gegensatz zu seinem Freunde Liebig, welcher ein derartiges Eingreifen für geradezu unerläßlich hielt. Wie schon ausführlich geschildert, haben sich die beiden Forscher in ihren Charaktereigenschaften auf das beste ergänzt, und wie sehr Liebig davon überzeugt war, daß sie (die beiden Forscher) untrennbar waren, geht aus folgenden Worten, die er in einem der letzten Briefe an Wöhler (am 31. Dezember 1871) niederschrieb, deutlich hervor: „Auch wenn wir tot und längst verwest sind, werden die Bande, die uns im Leben vereinigten, uns beide in der Erinnerung der Menschen stets zusammen halten, als nicht häufiges Beispiel von zwei Männern, die treu, ohne Neid und Mißgunst, in demselben Gebiete rangen und stritten und stets in Freundschaft eng verbunden blieben.“

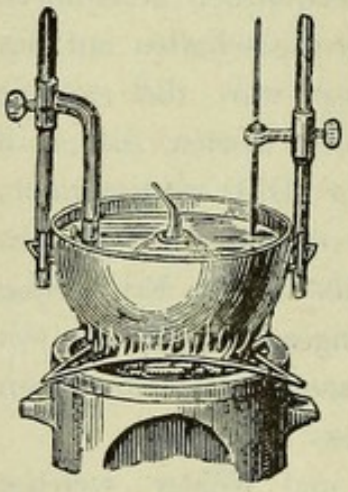
Ein Zeitgenosse der beiden Gelehrten Liebig und Wöhler, welcher seiner Wissenschaft außerordentlich große Dienste geleistet hat, ist

Jean Baptiste André Dumas. Geboren am 15. Juli 1800 zu Alais (Gard) widmete er sich zunächst dem Apothekerfach und studierte später in Genf Botanik und Chemie, wo er durch den Verkehr mit bedeutenden Männern wie Pictet, Dicandolle, de la Rive zu wissenschaftlichen Versuchen angeregt

wurde; Dumas machte sich schon in dieser Zeit durch seine Beteiligung an den physiologisch-chemischen Untersuchungen von Prevoust bekannt. Auf v. Humboldts Rat reiste Dumas 1821 nach Paris, um seine Studien dort fortzusetzen; er fand hier die freundlichste Aufnahme von seiten der bedeutendsten Chemiker und wurde schon zwei Jahre später Repetent an der polytechnischen Schule, dann Professor am „Athenäum", an der von ihm mitbegründeten École centrale des arts et mahufactures und an der „Sorbonne". Außerdem hielt Dumas sowohl an der polytechnischen, als auch an der medizinischen Schule Vorträge, die überaus anregend wirkten.

Während der Julimonarchie war Dumas Mitglied des öffentlichen Unterrichtsrates und 1849—51 Minister des Ackerbaues und des Handels; nach dem Staatsstreich trat er in die „Commission consultative" und wurde sodann Mitglied und Senator des Oberrats des öffentlichen Unterrichts und 1856 dessen Vizepräsident. Dumas starb am 11. April 1884 in Cannes. Außer den von ihm bekleideten Ehrenstellen und seinem Lehrberuf hatte er auch ein großes Interesse für die öffentlichen Angelegenheiten, welches er betätigte, als es beispielsweise galt, Paris mit gutem Trinkwasser zu versorgen oder Abhilfe gegen die Krankheit der Seidenraupe und die der Reben zu schaffen. Im Jahre 1868 wurde Dumas ständiger Sekretär der Akademie der Wissenschaften, der er schon längere Zeit als Mitglied angehört hatte.

Dumas hat sich ein besonderes Verdienst dadurch erworben, daß er einige allgemeine Methoden sehr sinnreich ausgearbeitet hat, so wurde seine Dampfdichte- sowie Stickstoffbestimmungsmethode von großem Nutzen. Schon 1827 veröffentlichte er seine Untersuchung über die Dampfdichte; hierzu hatte er eine vorzügliche Methode geschaffen, die allgemein überraschte.



Dampfdichtebestimmungsapparat nach Dumas.

Auch die organische Chemie hat er durch manche wertvolle Untersuchung zu bereichern gewußt; beispielsweise seien erwähnt seine mit Péligot ausgeführten Arbeiten über den Holzgeist, über das Äthyl aus Wallrat: Verbindungen, deren Analogie mit dem Alkohol von ihm nachgewiesen wurde, ferner seine Entdeckung und Erforschung der Trichloressigsäure, als Krönung der Substitutionstheorie.

Im Jahre 1834 faßte Dumas gelegentlich einer Untersuchung über die Wechselwirkung zwischen Chlor und Terpentinöl, namentlich aber bei

seiner Arbeit über die Entstehung des Chlorals aus Alkohol, die Tatsachen der Substitution unter der Bezeichnung Metalepsie (Vertauschung) in zwei empirische Regeln zusammen, die folgendermaßen lauteten:

1. „Wird ein wasserstoffhaltiger Körper der dehydrogenisierenden Einwirkung des Chlors, Broms oder Jods ausgesetzt, so nimmt er für jedes Wasserstoffatom, das er verliert, ein diesem gleiches Volumen Chlor, Brom usw. auf."

2. „Enthält der Körper Wasser, so verliert er den diesem entsprechenden Wasserstoff ohne Ersatz."

Später dehnte Dumas diese Auffassung weiter aus, indem er darlegte, daß überhaupt bei vielen chemischen Vorgängen ein Austausch von Äquivalenten eines Elementes gegen Äquivalente anderer stattfinde und betrachtete von diesem Gesichtspunkte aus die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure, des Bittermandelöls zu Benzoësäure u. a. m.

Was die Typentheorie Dumas' betrifft, so hatte er die von Berzelius aufgestellten Grundsätze völlig aufgegeben und bezeichnete dessen Lehre als irrtümlich, denn an Stelle der dualistischen Auffassung Berzelius' sollte die entgegengesetzte unitorische treten. „Jede chemische Verbindung bildet ein geschlossenes Ganzes, besteht also nicht aus zwei Teilen. Der chemische Charakter einer solchen ist vorzugsweise abhängig von der Anordnung und Zahl der Atome, dagegen in untergeordneter Weise von deren chemischer Natur". Diese Sätze Dumas', die im schroffen Widerspruch mit der Lehre von Berzelius standen, wurden von letzterem ganz energisch bekämpft.

Nicht weniger bedeutungsvoll sind seine Untersuchungen über den Indigo, die Weinsäure, die Zusammensetzung der fetten Säuren und die Einwirkung der Alkalien auf organische Körper etc.

Wenden wir uns nunmehr seiner schriftstellerischen Tätigkeit zu. Das erste, womit sich Dumas bekannt gemacht hat, ist sein „Traité de chimie apliquée aux arts" (1828—46, 8 Bde.; deutsch von Buchner, Nürnberg 1844—49, 8 Bde.). Die Einteilung dieses Werkes blieb lange Jahre für Lehrbücher der Technologie vorbildlich; ferner seine „Leçons sur la philosophie chimique" (herausgegeben von Bineau 1837, deutsch von Rammelsberg, Berlin 1839), die sich hauptsächlich durch große Klarheit auszeichnen. Mit den gleichen Eigenschaften sowie mit einem gewissen Kunstsinn ausgestattet sind die zahlreichen Gedächtnisreden zur Erinnerung an Pélouze, Balard, Regnault, Faraday. Weit verbreitet war seine Schrift: „Essay de statique chimique des êtres organisés par M. M. Dumas et Boussingault" (1841, 3. Aufl. 1844; deutsch von Vieweg,

Leipzig 1844), in der das Leben der Pflanzen und Tiere, speziell die Vorgänge des Stoffwechsels vom chemischen Standpunkte aus beleuchtet wurden. Zum Teil waren die darin enthaltenen Gedanken durch die bahnbrechenden Arbeiten, von denen wir bereits berichteten, angeregt, was jedoch von den beiden Verfassern nicht in gebührendem Maße zugestanden wurde. Liebig sah sich aus diesem Grunde veranlaßt, seine voll berechtigten Ansprüche in sehr bestimmter Form geltend zu machen. Hierbei hat sich Dumas nicht in einem besonders günstigen Lichte gezeigt. „Solche Vorkommnisse sind," wie Liebig sagt, „schwarze Blätter im Buche der Geschichte der Chemie, schwarz, weil sie Lichtstrahlen einsaugen, ohne dadurch leuchtend zu werden." Wie Meyer in seiner Geschichte der Chemie S. 244 berichtet, hat Dumas die schweren Beschuldigungen, die ihm Liebig vorwarf, nicht zu entkräften oder gar als nichtig zu erweisen vermocht. Angesichts der wahrhaft vernichtenden Beurteilung, die Dumas' Charakter in den Briefen von Berzelius, Liebig, Wöhler erfährt, ist es traurig, daß ein Forscher, der mit so großem Talent und Scharfsinn ausgestattet ist, sich in dieser Weise vergibt; ebenso sind die Äußerungen Berzelius' in seinen Briefen an Wöhler über Dumas geradezu entehrend, wenn letzterer mit den wenig schmeichelhaften Bezeichnungen „Charlatan, französischer Windbeutel, chemischer Tanzmeister" tituliert wird. Anderseits hat sich Dumas ein großes Verdienst durch die Herausgabe der Werke von Lavoisier erworben.

Wie wir schon oben sagten, hat Dumas verschiedene Untersuchungen von weittragender Bedeutung in Verbindung mit Péligot ausgeführt.

E. M. Péligot wurde geboren 1811 und starb im April 1890. Er war als Professor der Chemie am Conservatoire des arts et métiers tätig und hat sich durch treffliche Arbeiten auf dem Gebiete der anorganischen, organischen und technischen Chemie — bei letzterer in der Rübenzuckerfabrikation — besonders verdient gemacht. (Vergl. Meyers Geschichte der Chemie, S. 244.)

Diejenigen Forscher, welche die ältere Typentheorie mit der Radikaltheorie verschmolzen haben, sind Laurent und Gerhardt; ersterer war schon als Begründer der eigentlichen Substitutionslehre tätig und ein entschiedener Gegner der dualistischen Auffassung. Außer Laurent und Gerhardt haben aber auch noch andere Chemiker wie Wurtz, Hofmann, Williamson einen wesentlichen Anteil an der Aufstellung der neuen Theorie teils durch eigene Ideen, teils durch Ermittlung neuer Tatsachen.

August Laurent, geboren 1807 zu La Folie bei Langres, studierte bei Dumas Chemie, von welchem er denn auch ganz besonders mit dem

organischen Teile seiner Wissenschaft vertraut gemacht wurde. Daß er auf diesem speziellen Gebiete tätig war und demselben treu blieb, beweisen seine diesbezüglichen Arbeiten, u. a. die über Naphtalin und Karbolsäure, sowie ihre Abkömmlinge. Später wurde er Assistent von Dumas an der École centrale des arts et manufactures. Hierauf bekam er die Chemikerstelle an der Porzellanfabrik in Sèvres, später in Luxemburg. 1838 folgte unser Forscher einem Rufe als Professor der Chemie nach Bordeaux; 1846 nach Paris zurückgekehrt wurde er zwei Jahre später Münzwardein und starb als solcher 1853.

Karl Friedrich Gerhardt, geboren am 21. August 1816 in Straßburg, studierte in Karlsruhe, Leipzig und zuletzt in Gießen unter der feurigen Leitung Liebigs, dem er viel zu verdanken hatte. 1844 erhielt er eine Berufung als Professor nach Montpellier und siedelte vier Jahre später nach Paris über; hier hielt er sich längere Zeit auf, bis er im Jahre 1855 zum Professor in Straßburg ernannt wurde, wo er ein Jahr darauf am 19. Aug. starb. Wenn auch Gerhardt in dem von Ed. Grimaux und Ch. Gerhardt jun. herausgegebenen Buche „Charles Gerhardt. Sa vie, son oeuvre, sa correspondance etc." (Paris bei Masson), weit überschätzt wird, so hat er doch zweifelsohne die moderne Chemie in hervorragender Weise gefördert. Er brachte zunächst die Typentheorie durch seine Theorie der Reste zur Geltung, präzisierte die Begriffe Molekül, Atom und Äquivalent und gelangte dadurch zur Verdoppelung des Atomgewichts mehrerer Elemente.

Von seinen schriftstellerischen Arbeiten seien erwähnt: „Précis de chimie organique" (Paris 1844—45), „Précis d'analyse chimique" (Paris 1855).

Über die Trennung der Begriffe Molekül, Atom, Äquivalent durch Laurent und Gerhardt ist folgendes kurz zu berichten. Nach Laurent ist das Atom die kleinste Menge eines Elementes, die in zusammengesetzten Stoffen vorkommt; die Äquivalente bedeuten für ihn die „gleichwertigen Mengen analoger Stoffe", woraus folgt, daß ein und dasselbe Element, wenn es mit anderen in wechselnden Verbindungsverhältnissen zusammentritt, verschiedene Äquivalente hat. In den „Comptes rendus des travaux chimiques par Laurent et Gerhardt", 1849, Seite 177, heißt es folgendermaßen: „Die Idee des Äquivalentes schließt die Ansicht einer gleichartigen Funktion in sich; man weiß, daß ein und dasselbe Element die Rolle von zwei oder mehreren andern spielen kann, weshalb es vorkommen muß, daß diesen verschiedenen Funktionen auch verschiedene Gewichte entsprechen. Andererseits sieht man verschiedene Gewichte desselben

Metalls, wie z. B. des Eisens, Kupfers, Quecksilbers usw., den Wasserstoff der Säuren ersetzen und dabei Salze bilden, welche dasselbe Metall, aber verschiedene Eigenschaften besitzen. Diese Metalle haben also dann verschiedene Äquivalente."

Trotzdem die gemeinsamen Arbeiten Laurents und Gerhardts für die moderne Chemie von großer Bedeutung waren, fanden dieselben bei den übrigen Chemikern fast gar keine Beachtung. Die noch nicht genügend begründeten Ansichten Laurents über die Größe der Moleküle von Elementen und Verbindungen drangen gegen Ende der vierziger Jahre noch nicht durch, dagegen wurden Gmelins Verbindungsgewichte immer noch beibehalten, ja Gerhardt selbst hat in den ersten 3 Bänden seines Lehrbuches der Chemie den Symbolen die Gmelinschen Zahlen zu grunde gelegt und somit Äquivalentformeln gebraucht. Gerhardt begründet diese Schreibweise in der Vorrede seines Werkes, Bd. I, S. 1 ff. mit folgenden Sätzen: „J'y ai même fait le sacrifice de ma notation, poser m'en tenir aux formules anciennes, afin de mieux démontrer par l'exemple, combien l'usage de ces dernières est irrationnel, et de laisser au temps le soin, de consacrer une réforme, que les chimistes n'ont pas encore généralement adoptée."

Auf die weitere Entwicklung der Typentheorie waren die Forschungen von Wurtz, Hofmann, Williamson von großem Einfluß; sehr bedeutungsvoll war vor allem die Entdeckung organischer Abkömmlinge des Ammoniaks durch Wurtz und A. W. Hofmann.

Karl Adolf Wurtz, geb. 26. Novbr. 1817 in Straßburg, studierte zunächst in seiner Vaterstadt, später in Gießen unter Liebigs Leitung und wurde 1845 Präparator für die Vorlesungen über organische Chemie an der Sorbonne in Paris. Ein Jahr darauf zum Vorstand des Laboratoriums an der École des arts et manufactures ernannt, erhielt Wurtz 1851 einen Ruf als Professor am agronomischen Institut in Versailles. Zwei Jahre darauf kehrte er nach Paris zurück und wirkte als Professor der organischen Chemie an der Sorbonne und als Professor der Toxikologie an der École de médecine. Seit 1866 Doyen der medizinischen Fakultät, führte er viele Reformen ein und schuf namentlich nach deutschem Muster praktische Kurse für pathologische Anatomie, Histologie, biologische Chemie. 1876 legte Wurtz das Amt eines Doyen nieder und starb zu Paris am 12. Mai 1884.

Wurtz war einer der glücklichsten Förderer der Chemie; im Jahre 1848 lehrte er die Zersetzung des Cyansäureäthers mittelst Kalihydrat kennen, wobei er das Methyl- und Äthylamin, dem Ammoniak sehr ähnliche Stoffe, auffand. Ferner führte er das Äthylenoxyd und den

Aldehyd in Alkohol über, entdeckte mehrere Alkohole der Fettreihe, das Äthylenchlorid und das Glykol. Wurtz lieferte dann auch noch wichtige Arbeiten über die organischen Basen und stellte zuerst gemischte Alkoholradikale dar. Sein Hauptverdienst liegt jedoch auf dem Gebiete der theoretischen Chemie, indem er schon den Unterschied zwischen Atomizität und Basizität der Säuren lehrte; er schuf mit F. A. Hofmann die Lehre von den substituierten Ammoniaken und unterschied ein-, zwei- und dreiatomige Alkohole usw. Auch als Lehrer trug er zur Hebung des praktisch-chemischen und physiologischen Unterrichts für Mediziner außerordentlich viel bei.

Von seinen schriftstellerischen Arbeiten seien erwähnt: „Leçons de philosophie chimique“ (Paris 1864), „Mémoire sur les ammoniaques composés“ (Paris 1850), „Traité élémentaire de chimie médicale“ (Paris 1864—65, 2 Bde.), „Leçons élémentaires de chimie moderne“ (Paris 1866), „Dictionnaire de chimie pure et appliquée“ (Paris 1868), „Histoire des doctrines chimiques“, „La théorie atomique“ (1878), „Traité de chimie biologique“ (1884), „Introduction à l'étude de la chimie“ (1885). Seit 1858 gab er das „Répertoire de chimie pure“ heraus und seit 1852 war Wurtz Mitredakteur der „Annales de chimie et de physique“, ferner hat er mehrfach Abhandlungen in den „Comptes rendus“ veröffentlicht.

Aug. Wilh. von Hofmann wurde am 8. April 1818 zu Gießen geboren; als Schüler Liebigs eignete er sich nach mehrjährigem Studium ein gründliches Wissen in der Chemie an. Sein Lehrer ernannte ihn denn auch alsbald zu seinem Assistenten; später wurde Hofmann Dozent für Chemie an der Universität Bonn. Über Hofmanns Habilitation gibt Liebig in einem Briefe an Mohr klaren Aufschluß mit folgenden Worten: „. . . . Seltsamer Weise wurde er durch ein Mitglied der philosophischen Fakultät in Bonn aufgefordert und veranlaßt, sich um die venia legendi in Bonn zu bewerben. Sein Plan ist, dorten ein Laboratorium zu errichten nach dem Muster des hiesigen, und einen Kursus der theoretischen und praktischen Analyse zu eröffnen. In allen diesen Zweigen werden Sie mit ihm nicht kollidieren, allein, es ist denkbar, daß seine Bewerbung, die er ohne mich zu fragen und ohne mich davon zu unterrichten eingereicht hat, der Ihrigen im Wege steht. Dies möchte ich vor allem wissen, um meine Handlungen darnach zu bemessen. Ich bin mit diesen Sachen hier empfangen worden und gestehe, daß sie mich peinlich berührt haben. . . . Gewiß habe ich nicht nötig, Sie zu versichern, daß ich dieser Sache gänzlich fremd bin und daß es nie geschehen wäre, wenn ich zu Hause gewesen wäre, wenigstens nicht ohne Ihre völlige Mit-

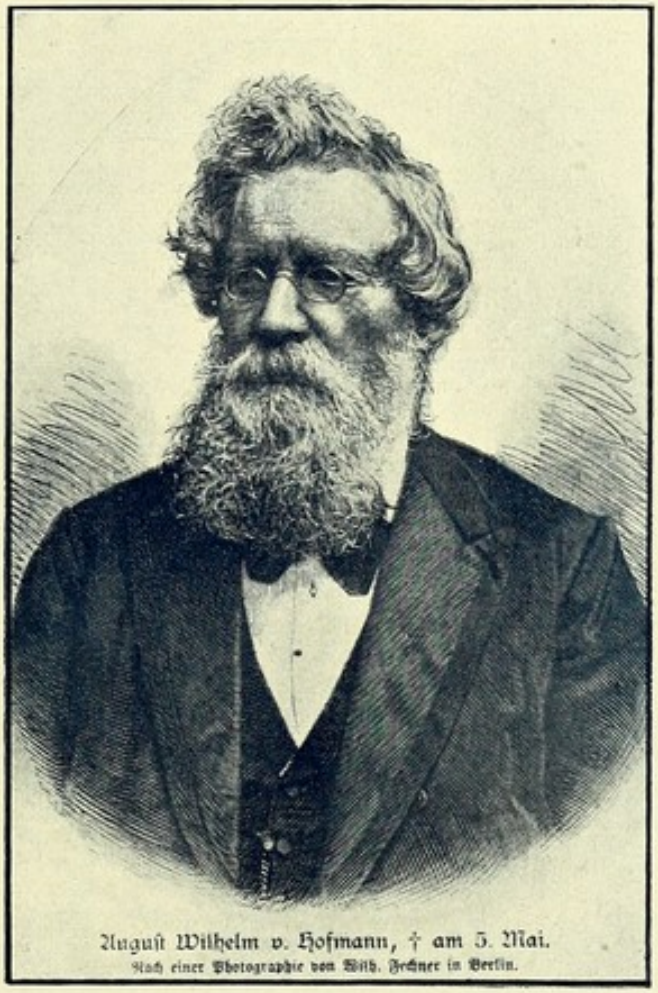
wirkung. Schreiben Sie mir sogleich hierüber und sagen Sie mir, ob Sie denken, daß Ihnen Hofmann im Wege steht.“ Hierzu bemerkt Kahlbaum behufs weiterer Erläuterung in seinen Monographien, Bd. VIII, S. 83: Aus den Bonner Fakultäts-Akten ergibt sich folgendes: Am 30. Mai 1844 legte der Dekan der Falkultät ein Gesuch des Dr. Mohr vom 24. Mai vor, worin dieser bat, ihn als auswärts Promovierten in Bonn zu nostrifizieren, eine Bitte, „über deren Zweck und etwa darauf zu gründende weitere Schritte er sich nicht äußert“. Das Gesuch wurde aus diesem Grunde abgelehnt und Mohr durch den Dekan am 6. Juni davon unterrichtet, daß statutengemäß eine Nostrifikation nur für den Fall der beabsichtigten Habilitation zulässig sei. Hierauf wiederholte Mohr sein Gesuch am 23. August, mit der Erklärung, daß er sich allerdings in Bonn habilitieren wolle. Der Dekan schrieb ihm hierauf zurück, daß er für die Meldung zur Habilitation zuerst die Erlaubnis des Kurators einzuholen habe. Nach dem folgenden Brief scheint dieser Weg Mohr zu umständlich gewesen zu sein. Die Fakultätsakten bringen über den Fall Mohr nichts weiter.

1845 folgte unser junger Forscher einem durch den Prinzregenten Albert angeregten Rufe an das neu gegründete und 1853 zur Staatsanstalt erhobene „College of Chemistry“ in London; 1856 wurde Hofmann die Stellung eines Münzwardeins übertragen, nachdem er schon einige Jahre als Lehrer an der „School of mines“ gewirkt hatte. Im Jahre 1864 kehrte Hofmann nach Bonn zurück und siedelte ein Jahr später nach Berlin über, wo er als Nachfolger Mitscherlichs die Professur übernahm und dieselbe bis zu seinem Lebensende 5. Mai 1892 mit großem Erfolge bekleidete.

Das Hauptgebiet seiner Leistungen erstreckt sich auf die Experimentalchemie und zwar speziell die organische Chemie mit dem Reiche der stickstoff- und phosphorhaltigen Verbindungen. Das Experiment war für ihn allein maßgebend und er war demzufolge allen Spekulationen und theoretischen Erklärungsversuchen abhold. Eine ganz besondere Förderung verdankt die Teerfarbenindustrie, auf die wir später zurückkommen, unserem Forscher Hofmann.

Wie als Forscher, so war er auch als Lehrer überaus segensreich tätig; einen Beweis hiefür gibt uns die große Anzahl seiner Schüler, zu denen sehr bedeutende Männer zählten. Hofmann baute die beiden großen Unterrichtslaboratorien in Bonn und Berlin, womit er sein organisatorisches Talent betätigte.

Bezüglich seiner Publikationen kommt zunächt die „Einleitung in die moderne Chemie“ in Betracht, ferner seine Nekrologe auf Liebig,



August Wilhelm v. Hofmann, † am 5. Mai.
Nach einer Photographie von Wilh. Fechner in Berlin.

(Eigene Sammlung.)

Wöhler, Dumas, Sella, Wurtz, in denen er das Wirken und Leben der Männer in liebevoller Weise zu verherrlichen suchte. Seine Abhandlungen sind meist in den „Annalen der Chemie“ und in den Berichten der von ihm 1868 gegründeten „Deutschen chemischen Gesellschaft“ veröffentlicht.

August Kekulé (von Stradonitz), als Sohn eines Oberkriegsrates am 1. September 1829 zu Darmstadt geboren, bezog nach Absolvierung des Gymnasiums seiner Vaterstadt die Universität Gießen, um Architektur zu studieren. Es dauerte jedoch nicht lange, bis Kekulé, der von Liebigs Bedeutung und Wirken Kenntnis erhalten hatte, das bisherige Studium mit dem der Chemie vertauschte. Liebig erkannte sofort das geistige Talent seines Schülers und bot ihm dann auch nach einigen Jahren die Assistentenstelle an, welche Kekulé ausschlug, weil er vorzog, nach Paris überzusiedeln, um die dortigen großen Chemiker wie Dumas, Regnault, Pasteur, Cahours, Wurtz, Berthellot und Gerhardt kennen zu lernen. Letzteren besuchte Kekulé schon in den ersten Tagen seines dortigen Aufenthaltes und es entwickelte sich zwischen beiden nach kurzer Zeit ein freundschaftliches Verhältnis. Im Jahre 1852 kehrte der junge Forscher nach Deutschland zurück und promovierte am 15. Juli desselben Jahres in Gießen.

Er nahm zunächst eine Assistentenstelle bei Plauta (in Reichenau b. Chur) an und veröffentlichte hier seine Arbeiten über Coniin und Nicotin. Zwei Jahre später reiste Kekulé nach London, um die Assistentenstelle bei Stenhouse anzutreten, hier machte er die bekannte Untersuchung über die Thiacetsäure. Ferner hatte er das Glück, in London den berühmten Chemiker Williamson kennen zu lernen, welcher auf seine späteren Arbeiten und Forschungen einen befruchtenden Einfluß auszuüben vermochte.

1856 nach Deutschland zurückgekehrt, erhielt Kekulé in Heidelberg die venia legendi; außer den beiden — man möchte wohl sagen bedeutendsten — Arbeiten „über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffes“ entstand dort seine Arbeit über Knallquecksilber und der Anfang seines Lehrbuches der organischen Chemie.

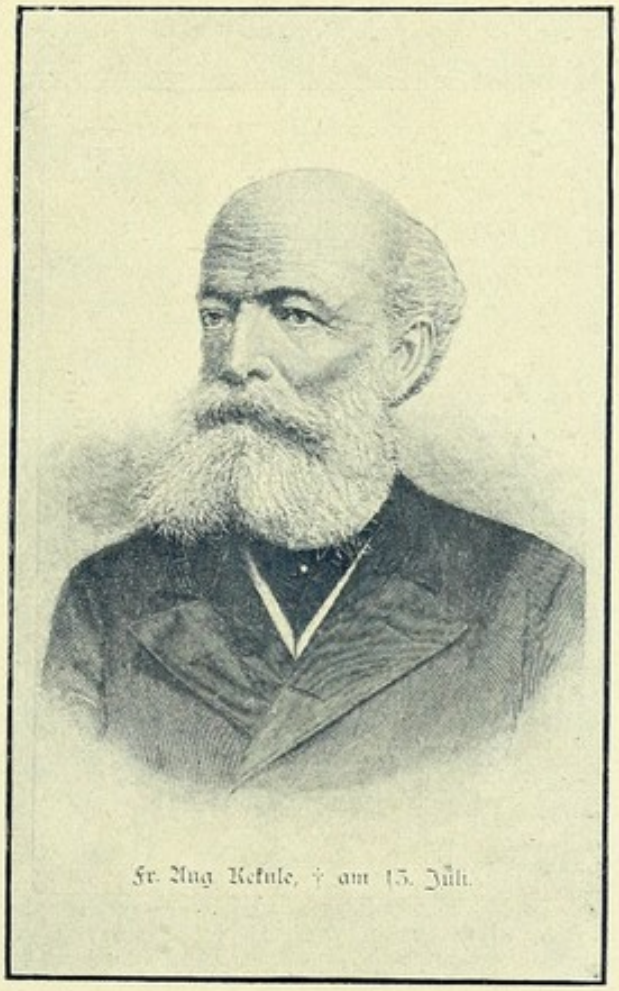
Durch Empfehlung Liebigs erhielt Kekulé schon im Jahre 1858 einen Ruf als ordentlicher Professor der Chemie an die Universität in Gent, wo er neun Jahre verblieb und als Forscher sowohl, als auch als Lehrer eine hervorragende Tätigkeit entfaltete. Hier entstand seine bedeutendste Leistung, seine Untersuchungen über aromatische Verbindungen, sowie eine große Anzahl von Experimentaluntersuchungen hauptsächlich über

organische Säuren, sowie ein großer Teil des schon oben erwähnten Lehrbuches, welches von ihm nicht mehr vollständig herausgegeben werden konnte.

1867 folgte Kekulé einem Rufe nach Bonn, wo er das große chemische Institut zu verwalten hatte, wobei er in den ersten Jahren — trotzdem ihn die Verwaltung sehr viel Zeit kostete, — eine reiche wissenschaftliche Tätigkeit entwickelte. Wie nach Gent, so strömten auch an seinen neuen Wirkungsort zahlreiche Schüler, um seinen Kollegien beizuwohnen. Aber auch als Forscher hat sich Kekulé in Bonn glänzend betätigt; es mögen hier nur angeführt sein seine Arbeit über den Aldehyd, die Überführung von Diazoamidobenzol in Amidoazobenzol, die Untersuchung über die Oxydationsprodukte der Fumar- und Maleïnsäure und die noch unveröffentlichte Arbeit über das Pyridin. (Vergl. Ostwalds Klassiker, Nr. 145.) Er starb am 13. Juli 1896 in Bonn.

Das Hauptverdienst Kekulés liegt zweifellos in der Förderung, welche ihm die organische Chemie verdankt. Seine theoretischen Anschauungen, die Lehre von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs, woraus er die Strukturchemie ableitete und die Theorie aromatischer Verbindungen haben, wie schon bemerkt, außerordentlich befruchtend gewirkt und zwar nicht nur auf die wissenschaftliche, sondern auch auf die technische Chemie; denn gerade auf diesem Gebiete hatte sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts ein großer Aufschwung geltend gemacht, welcher wohl mit auf die Bemühungen und Arbeiten Kekulés zurückzuführen sein dürfte. In literarischer Beziehung kommt zunächst sein Lehrbuch der organischen Chemie (Erlangen seit 1859), welches leider von ihm nicht zu Ende geführt wurde, in Betracht. In diesem Werke suchte er nicht nur zuerst die erweiterte typische Betrachtungsweise im weiteren Verlaufe der Strukturlehre durchzuführen, wodurch er einen großen Einfluß auf den jungen Nachwuchs der Chemiker ausübte, sondern er gab ganz besonders durch die Betrachtung des Benzols als ein Hexamethin, welches die Grundlage der sogenannten aromatischen Verbindungen bildet, gewissen experimentellen Forschungen eine Richtung, die wohl heute noch vorherrschend sein dürfte. Jedenfalls hat die Entwickelung der Farbenchemie ihm vieles zu verdanken. Ferner war Kekulé Mitherausgeber der kritischen Zeitschrift für Chemie, und der Annalen der Chemie.

Von seinen literarischen Arbeiten erwähnen wir außer dem schon oben angeführten „Lehrbuch der organischen Chemie“ (Erlangen 1861—67, 3 Bde.) noch die „Chemie des Benzolderivate“ (1867), beide unvollendet.



Fr. Aug Kekule, † am 13. Juli.

(Eigene Sammlung.)

A. W. Williamson, geboren 1824, wie der vorhin erwähnte Gelehrte ein Schüler Liebigs, bekleidete die Professur der Chemie am University College zu London bis zu seinem Lebensende am 6. Mai 1904.

Durch seine Forschungen bereicherte er speziell die organische Chemie, hauptsächlich sind seine Arbeiten über Bildung und Zusammensetzung von Äthern von großer Bedeutung.

Wurtz erkannte erst nach den Erörterungen Hofmanns über die Konstitution der Ammoniakbasen die Beziehung aller diesbezüglichen Stoffe auf das Ammoniak als allein zutreffend an und faßte das Ergebnis der Untersuchungen in die Worte zusammen: „So war der Typus Ammoniak geschaffen." Williamson reihte letzteren dem Typus Wasser an, so daß erst mit den Arbeiten von Wurtz, Hofmann, Williamson das Fundament für die Gerhardtsche Typenlehre geschaffen wurde.

Williamson bezweckte mit seinen Versuchen, in bekannte Alkohole Kohlenwasserstoffradikale an Stelle von Wasserstoff einzuführen, um Homologe der ersteren zu gewinnen; zu diesem Zweck ließ er Jodäthyl auf Kaliumäthylat einwirken, wobei er aber Äthyläther und nicht den gewünschten äthylierten Alkohol erhielt. Infolge dieses Resultates suchte Williamson zu ermitteln, ob durch Umsetzung des Kaliumäthylats mit Jodmethyl ein Gemenge von Äthyl- und Methyläther oder ob ein einheitlicher Stoff entstehe. Das Ergebnis war Methyl-Äthyloxyd, ein „gemischter Äther" und somit war die vielfach ventilierte, gerade damals brennende Frage nach der Molekulargröße des Äthers und des Äthylalkohols, zugleich aber auch die nach der Atomgröße des Sauerstoffs gelöst. Williamson erwies durch seine Versuche die von Berzelius angenommenen Molekularformeln beider Verbindungen als richtig; ebenso hat er die durch Wechselwirkung von Alkohol und Schwefelsäure sich vollziehende Ätherbildung in überzeugender Weise erklärt. Alkohol und Äther betrachtete er als dem Wasser entsprechend zusammengesetzt, wie aus den nachstehenden Formeln hervorgeht:

$$\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} O = \text{Wasser} \quad \begin{matrix} C_2H_5 \\ H \end{matrix} O = \text{Alkohol} \quad \begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix} O = \text{Äther.}$$

Williamson sprach sich über die Leistungsfähigkeit der typischen Auffassung mit folgenden Worten aus: „Die hier angewandte Methode, die rationelle Konstitution der Stoffe durch Vergleichung mit Wasser festzustellen, scheint mir großer Ausdehnung fähig zu sein, und ich stehe nicht an zu sagen, daß ihre Einführung durch Vereinfachung unserer Ansichten und durch Festhalten eines gemeinsamen Vergleichspunktes zur Beurteilung chemischer Verbindungen nützen wird."

Wenn nun Williamson mit seiner typischen Erklärung der Zusammensetzung von chemischen Verbindungen schon etwas Bedeutendes geschaffen hat, so liegt jedenfalls das wichtigste Ergebnis seiner Forschungen darin, die wahre Molekulargröße organischer Stoffe ermitteln zu lassen. Gerade diese von ihm geschaffene Methode erwies sich als überaus fruchtbringend, indem Gerhardt die Säureanhydrite entdeckte und Wurtz zur Auffindung der gemischten Kohlenwasserstoffradikale geleitet wurde, durch deren Erforschung der Streit um die Molekularformeln von ganzen Reihen organischer Verbindungen endgiltig entschieden worden ist. (Vergl. Meyer, Geschichte d. Chemie, S. 266.)

Außer diesen bedeutsamen Forschungen bearbeitete Williamson auch verschiedene praktische Fragen, vor allem die der Nutzbarmachung der Abfallstoffe großer Städte. Von seinen literarischen Leistungen mögen seine „Suggestions for the dynamies of chemistry derived from the theory of etherification“ und „On the constitution of salts“, in denen er seine theoretischen Ansichten vornehmlich niedergelegt hat, erwähnt sein. In seiner Arbeit „On chemical nomenclatur and notation“ empfahl er die Ausführung thermochemischer Bestimmungen, damit in den Formeln ausgedrückt werden könne, wieviel weniger Wärme in einem Molekül einer Verbindung enthalten sei als in den dieses Molekül bildenden Elementen in unverbundenem Zustande.

Wir kommen nunmehr zu einem Gelehrten, der die neuere Radikaltheorie weiter auszubilden wußte, es ist Kolbe; seinem Mitarbeiter Frankland, der ebenfalls auf diesem Gebiete Vorzügliches geleistet hat, werden wir, nachdem das Leben und die Leistungen Kolbes in großen Zügen geschildert sind, alsdann auch einen gebührenden Platz in unserer Abhandlung anweisen.

Hermann Kolbe, als Sohn eines Predigers am 27. September 1818 in Elliehausen bei Göttingen geboren, besuchte das Gymnasium in dieser Stadt und begann 1838 nach Absolvierung desselben seine Studien bei Wöhler; von diesem Gelehrten wurde er in die Wissenschaft eingeführt und veröffentlichte im Jahre 1842 seine erste selbständige Arbeit. In demselben Jahre siedelte er nach Marburg über, wo er Bunsens Assistent wurde; diese Stellung vertauschte er bald mit der bei L. Playfairs in London. Wenn Kolbe bisher nur praktisch tätig war, so begann vom Jahre 1847 an seine literarische Tätigkeit, indem er zunächst als Redakteur des großen Handwörterbuches der Chemie von der Firma Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, verpflichtet wurde. Diese neue Art der Beschäftigung befriedigte ihn jedoch nicht, sondern er folgte 1851 einem Rufe nach Mar-

burg, wo er als Nachfolger Bunsens nicht nur eine segensreiche Lehrtätigkeit entfaltete, sondern sich auch literarisch und mit neuen experimentellen Untersuchungen beschäftigte. 1865 wurde Kolbe Professor der Chemie an der Universität Leipzig, wo ihm die Leitung des nach seinen Plänen 1867/68 erbauten Laboratoriums übertragen wurde; war sein bisheriges Wirken schon von großer Vielseitigkeit, so hatte er auch an seinem neuen Wirkungsorte schöne Erfolge aufzuweisen. Kolbe starb am 25. November 1884.

Die experimentellen Untersuchungen Kolbes berühren größtenteils das Gebiet der organischen Chemie; hierin sowohl, als auch in seiner ersprießlichen Lehrtätigkeit liegt die große Bedeutung des Mannes. Seine Lehrmethode war dem Vorbild Liebigs angepaßt, indem er seine Schüler nicht zum Auswendiglernen, sondern zum Nachdenken und Beobachten anleitete. Bei der Einrichtung des neuen Leipziger Laboratoriums konnte er sein organisatorisches Talent zur vollen Entfaltung gelangen lassen.

Die Radikaltheorie sollte durch ihn und durch die Mitarbeit seines Freundes Frankland weiteren Ausbau erhalten; die beiden Gelehrten folgerten aus ihren Arbeiten über die Umwandlung der Alkylcyanide in Fettsäuren, daß Methyl, Äthyl und ähnliche Radikale nähere Bestandteile der Essigsäure und ihrer Homologen seien. Schon in seinen für das Handwörterbuch bearbeiteten Aufsätzen: „Formeln und gepaarte Verbindungen“ (1848) wurde von Kolbe die Ansicht ausgesprochen, daß die Fettsäuren Sauerstoffverbindungen der mit dem Doppeläquivalent Kohlenstoff C_2 verbundenen Radikale Wasserstoff, Methyl, Äthyl usw. seien; auch Kolbe benutzte hiebei die Gmelin'schen Äquivalentgewichte, also für $H = 1$, $C = 6$, $O = 8$, $S = 16$ u. s. f. Seine Formeln waren aber nichtsdestoweniger Molekularformeln, denn er legte der Kohlensäure, Essigsäure, dem Alkohol, Aldehyd, Aceton dasselbe Molekulargewicht bei, welches diesen Stoffen heute zuerkannt wird.

Mit den von Frankland begonnenen Untersuchungen über die Alkoholradikale und die metallorganischen Verbindungen ging Kolbe Schritt für Schritt; ja er spricht sich selbst darüber ganz bestimmt aus, daß seine „unklare Vorstellung von der chemischen Verbindungsweise, der sogenannten Paarlinge eine große Schwäche der Hypothese von den gepaarten Radikalen gewesen ist.“ — „Es ist Franklands Verdienst, hierüber zuerst Licht verbreitet und damit zugleich den Begriff der Paarung ganz beseitigt zu haben, indem er erkannte, daß den einzelnen Elementen bestimmte Sättigungskapazitäten zukommen.“ (Vgl. E. Meyer, Gesch. d. Chemie S. 280.)

Kolbe machte sich die Leitsätze Franklands zu Nutze und von nun an erhielten die Paarlinge eine ganz andere Bedeutung wie früher; schon im Jahre 1858 sprach er im Handwörterbuch Bd. VI, S. 802, in bestimmter Weise aus, daß die Fettsäuren, wasserfrei gedacht, Abkömmlinge der Kohlensäure seien, z. B. die Essigsäure Methylkohlensäure, d. i. C_2O_4, worin ein Sauerstoffäquivalent durch Methyl C_2H_3 ersetzt ist.

„Die organischen Stoffe sind durchwegs Abkömmlinge anorganischer Verbindungen und aus diesen, zum Teil direkt, durch wunderbar einfache Substitutionsprozesse entstanden.“ In diesem Satze kat Kolbe die Hauptergebnisse seiner Forschungen zusammengefaßt.

Nach ihm leiten sich die Alkohole, Karbonsäuren, Ketone, Aldehyde von der Kohlensäure $(C_2O_2)\,O_2$ bezw. deren Hydrat $C_2O_2\begin{matrix}OHO\\OHO\end{matrix}$ ab. Auf Grund der von ihm klar erkannten Beziehungen zwischen den Alkoholen und den Karbonsäuren hoffte Kolbe neue Alkohole zu gewinnen und in der Tat, die neuen vorausgesehenen Verbindungen ließen nicht lange auf sich warten, denn schon im Jahre 1862 entdeckte Friedel den sekundären Propylalkohol und Butlerow den tertiären Butylalkohol im Jahre 1864.

Ebenso waren seine Untersuchungen über die Konstitution organischer Verbindungen von großer Bedeutung; erinnern wir uns seiner Arbeiten über die Milchsäure, welche diese als Oxypropionsäure, das entsprechende Alanin als Amidopropionsäure kennzeichneten, ferner beurteilt Kolbe zuerst richtig die Glykolsäure und das Glykokoll als Oxy- und als Amidoessigsäure, die Salicylsäure als Oxybenzoesäure, die Benzaminsäure als Amidobenzoesäure. Zu erwähnen ist die auf seine Anregung von R. Schmitt ausgeführte Umwandlung der Äpfel- und der Weinsäure in Bernsteinsäure. Da diese Arbeit von großer Tragweite für die Geschichte der Chemie ist, wollen wir hier einige Daten über letztgenannten Forscher einschalten.

Rudolf Schmitt, 1830 geboren, dozierte in Marburg, Kassel und Nürnberg und war zuletzt 1871—1893 als Professor der Chemie an der Technischen Hochschule zu Dresden mit gutem Erfolge tätig. Seine Experimentaluntersuchungen bewegten sich hauptsächlich auf organischem Gebiete, speziell dem Bereiche der aromatischen Verbindungen. Schmitt starb am 18. Februar 1898.

Um auf Kolbe wieder zurückzukommen, so erkannte er die rationelle Zusammensetzung des Asparagins und der Asparaginsäure zuerst richtig; ferner sei auf eine Experimentaluntersuchung hingewiesen, durch welche er nachwies, daß Malonsäure aus Cyanessigsäure entstehe, so-

mit karboxylierte Essigsäure ist; alsdann auf seine Darstellung des Nitromethans und nicht zuletzt auf seine hervorragenden Untersuchungen über Salicyl-, Paraoxybenzoesäure und Isatosäure. Ferner nennen wir seine Entdeckung der Bildung des Korallins aus Phenol und Kohlensäure (1873), deren antiseptische Eigenschaften er im folgenden Jahre kennen lehrte.

Abgesehen von seinen zahlreichen Aufsätzen im „Handwörterbuch der Chemie“ kommen noch andere schriftstellerische Leistungen in Betracht; vor allem sein ausführliches „Lehrbuch der organischen Chemie“ (Braunschweig 1854—1865) und ein kurzes der anorganischen sowie organischen Chemie (1877—1883). Diese Werke zeichnen sich durch Klarheit der Anordnung, Präcision des Ausdrucks und fesselnde Darstellung aus. Ferner „Das chemische Laboratorium der Universität Marburg“ (1865); „Das chemische Laboratorium der Universität Leipzig“ (1872); „Zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie“ (Leipzig 1881).

Von hervorragender Bedeutung sind seine in den Jahren 1857—58 veröffentlichten Abhandlungen über die von ihm neu belebte Radikaltheorie, die in seiner 1859 verfaßten Arbeit „Über den natürlichen Zusammenhang der organischen mit den unorganischen Verbindungen, die wissenschaftliche Grundlage zu einer naturgemäßen Klassifikation der organischen chemischen Körper“ zum Abschluß kam. Hier drang er über das Gebiet der organischen Säuren hinausgehend weiter vor, indem er die Theorie aufstellte, daß zahlreiche organische Stoffe als Derivate der Kohlensäure, andere als solche der Schwefelsäure zu betrachten seien. Ferner gehört hierher auch seine Publikation „Über die chemische Konstitution organischer Verbindungen“ (1858).

Im Jahre 1870 übernahm Kolbe an Stelle O. L. Erdmanns die Herausgabe des „Journals für praktische Chemie“. Über seine diesbezüglichen Beiträge urteilt der Kolbe-Kenner E. v. Meyer in seiner Geschichte der Chemie S. 277: „. . . über theoretische chemische Fragen hat Kolbe schneidige, mit der Zeit sich noch verschärfende Kritik geübt an den MängeIn und Ausschreitungen, die er der modern-chemischen Richtung zur Last legte. Wenn auch diesen Kritiken häufig eine kräftige Polemik innewohnt, durch die er der Persönlichkeit manches Fachmannes nahe trat, so hat er doch immer nur die Sache, das Wohl seiner geliebten Wissenschaft, die er arg gefährdet glaubte, im Auge gehabt. Sein Streben, Schäden und Fehler aufzudecken, ist von vielen seiner Zeitgenossen falsch gedeutet worden, in gleicher Weise wie Liebigs Streitschriften sehr oft eine verkehrte Beurteilung erfahren haben.“

Wir kommen nunmehr zu dem des öfteren erwähnten Gelehrten und treuen Mitarbeiter Kolbes namens Edward Frankland, von welchem Kolbe in Bezug auf die seinerzeit noch herrschende unklare Vorstellung von der chemischen Verbindungsweise der sogen. Paarlinge sagt: „Es ist Frankland's Verdienst, hierüber zuerst Licht verbreitet und damit zugleich den Begriff der Paarung ganz beseitigt zu haben, indem er erkannte, daß den einzelnen Elementen bestimmte Sättigungskapazitäten zukommen."

Edwin Frankland, geboren am 18. Januar 1825 in Churettown bei Lancaster, studierte in London, Marburg und in Gießen bei Liebig, wurde 1851 Professor der Chemie am Owens Collegein Manchester und vertauschte diese Stelle 6 Jahre später mit der am St.-Bartholomäus-Hospital in London. 1865 wurde ihm die Professur an der Royal school of mines und der Royal Institution in der gleichen Stadt übertragen. Er starb auf seinem Gute The Yews bei Reigate Surrey am 3. August 1899.

Seine Erstlingsarbeiten, die ihn zur Entdeckung der Organometalle führten, wurden schon von seinen Fachgenossen gebührend anerkannt. Jedenfalls hat Frankland den Hauptanteil an der Entwicklung der Theorien von der Valenz der Elemente. Die organische Chemie bereicherte er durch zahlreiche wichtige Entdeckungen, speziell seine mit Kolbe gemeinsam ausgeführten Arbeiten über die fetten Säuren, die Nitrile u. a. waren von großer Bedeutung; ferner durch die Untersuchungen über die Isolierung der organischen Radikale der phosphor- und metallhaltigen organischen Verbindungen. Durch diese Arbeiten und durch seine Mitbeteiligung an der Entwicklung der Lehre von der Wertigkeit der Elemente wurde er Mitbegründer der neueren Chemie. Hervorgehoben mögen die von ihm gemachten epochemachenden Untersuchungen über das Leuchtgas sein, an die er seine Arbeiten über den Einfluß des Druckes auf die Leuchtkraft der Flamme i. J. 1853 anschloß.

Als Regierungskommissar bei der Untersuchung über die Verunreinigung der Flüsse, gab Frankland 1868 wichtige Beiträge zur Chemie und Technologie des Wassers. („Composition and quality of water used for drinking and other purposes.") Mit Norman-Lockyer unternahm er spektroskopische Arbeiten.

Franklands Abhandlungen sind ausser in englischen Zeitschriften größtenteils in den Annalen der Chemie veröffentlicht, von seinen selbstständigen Werken mögen folgende angeführt sein: „Lecture notes for chemical students" (London 1866); „Researches in pure, applied and physical chemistry" (1877); „Water analysis for sanitary purposes"

(1880); mit Francis Robert Japp verfaßte Frankland: „Inorganic chemistry“ (1884). Die von seinen zwei Töchtern herausgegebenen „Sketches from the life of Edward Frankland“ (London 1902) enthalten meist von ihm selbst herrührende Aufzeichnungen, aus denen man sich einen guten Einblick in seine Lebens- und Entwicklungsverhältnisse verschaffen kann.

Bei Franklands Begründung der Lehre von der Sättigungskapazität der Grundstoffe müssen wir etwas verweilen, da dieselbe für die Geschichte der Chemie von größter Wichtigkeit ist.

Kolbe hatte außer Frankland nur wenige Fachgenossen, die sich seiner neuen Theorie anschlossen und als letzterer 1852 wesentliche Änderungen in den Begriff der Paarung machte, konnte Kolbe nicht umhin, seine Ansichten zu modifizieren. Kolbe war der Anschauung, daß das paarende Radikal oder Element auf die Natur der Verbindung von nur untergeordnetem Einfluss sein sollte; Frankland war anderer Meinung, er griff diesen Satz an und es gelang ihm auch, Kolbe von der Unhaltbarkeit desselben zu überzeugen, indem er besonders auf die metallhaltigen Radikale hinwies. Nach ihm (Frankland) wird bei der Paarung des Arsens mit dem Methyl die Sättigungskapazität des ersteren geändert; während es im freien Zustande die Fähigkeit besitzt, sich mit 5 Atomen Sauerstoff zu verbinden, enthält die höchste Oxydationsstufe des Kakodyls nur 3 Atome dieses Elementes. Diese Betrachtungsweise nun dehnt Frankland in glücklichster Weise auf andere Verbindungen aus und wurde hierdurch zu folgenden wichtigen Bemerkungen (vergl. „Annalen d. Chemie und Pharmazie“ 85, S. 368) geführt: „Betrachtet man die Formeln der anorganischen chemischen Verbindungen, so fällt selbst einem oberflächlichen Beobachter die allgemein herrschende Symmetrie in diesen Formeln auf. Namentlich die Verbindungen von Stickstoff, Phosphor, Antimon und Arsen zeigen die Tendenz dieser Elemente, Verbindungen zu bilden, in welchen 3 oder 5 Äquivalente anderer Elemente enthalten sind, und nach diesen Verhältnissen wird den Affinitäten jener Körper am besten Genüge geleistet. So haben wir nach dem Äquivalentverhältnis 1 zu 3 die Verbindungen NO_3, NH_3, NJ_3, NS_3, PO_3, PH_3, PCl_3, SbO_3, $SbCl_3$, AsH_3, AsO_3, $AsCl_3$ u. a., und nach dem Äquivalentverhältnis 1 zu 5 die Verbindungen NO_5, NH_4O, NH_4J, PO_5, PH_4J u. a.“

Ohne eine Hypothese hinsichtlich der Ursache dieser Übereinstimmung in der Gruppierung der Atome machen zu wollen, erhellt aus den eben angeführten Beispielen hinlänglich, daß eine solche Tendenz oder Gesetzmäßigkeit herrscht und daß die Affinität des sich verbindenden Atoms

der eben genannten Elemente, stets durch dieselbe Zahl der zutretenden Atome, ohne Rücksicht auf den chemischen Charakter derselben, befriedigt wird. Es war vermutlich ein Durchblicken der Wirkung dieser Gleichmäßigkeit in den komplizierteren organischen Gruppen, welches Laurent und Dumas zur Aufstellung der Typentheorie führte und hätten diese ausgezeichneten Chemiker ihre Ansichten nicht über die Grenzen ausgedehnt, innerhalb welcher sie durch die damals bekannten Tatsachen Unterstützung fanden, hätten sie nicht angenommen, daß die Eigenschaften einer organischen Verbindung nur von der Stellung und in keiner Weise von der Natur der einzelnen Atome abhängen, so würde diese Theorie unzweifelhaft noch mehr zur Entwicklung der Wissenschaft beigetragen haben, als bereits geschehen ist. Eine solche Annahme konnte nur zu einer Zeit gemacht werden, wo die Tatsachen, auf welche sie gegründet wurde, wenig zahlreich und unvollkommen bekannt waren, und so wie die Untersuchung der Substitutionserscheinungen fortschritt, wurde jene Annahme unhaltbar und die Fundamentalsätze der elektrochemischen Theorie traten wieder hervor. Die Bildung und Untersuchung der organischen Verbindungen, welche Metalle enthalten, verspricht eine Vermittlung zwischen beiden Theorien bewirken zu helfen, welche so lange Zeit die Ansichten der Chemiker entzweiten und die allzu vorschnell als unverträglich miteinander betrachtet wurden, denn während es klar ist, daß gewisse Typen von Verbindungsreihen existieren, ist es andererseits ebenso klar, daß die Natur einer von dem Originaltypus sich ableitenden Substanz wesentlich von dem elektrochemischen Charakter der darin enthaltenen einzelnen Atome und nicht lediglich von der relativen Stellung abhängt." Schließlich wird dann noch hervorgehoben, daß „das Stibäthin ein bemerkenswertes Beispiel sei für die schon erwähnte Gesetzmäßigkeit der Verbindungen nach symmetrischen Formeln, und daß es die Bildung einer fünfatomigen Gruppe aus einer, welche drei Atome enthält, zeigt, indem es sich mit zwei Atomen von gleichem oder entgegengesetztem Charakter vereinigen kann".

Diese bahnbrechende Arbeit — mit der Frankland die bestimmte Valenz einzelner Elemente festgestellt hatte — trug jedoch nicht so schnell die gewünschte Frucht; Odling gibt in seiner, im „Journal of the chemical society", 7, p. 1 veröffentlichten Abhandlung: „Über die Konstitution der Säuren und Salze", Zeugnis davon, wie langsam Franklands Theorien bei den Chemikern Aufnahme fanden. Odling blieb ganz auf dem Boden der Typenlehre stehen und zeigte, daß die Salze und Säuren, insbesondere die sauerstoffhaltigen, vorteilhaft auf den einfachen, bezw.

vervielfachten Typus Wasser bezogen werden können derart, daß der Wasserstoff des letztern teilweise oder vollständig durch elementare und zusammengesetzte Radikale von bestimmtem „Ersetzungswerte“ — von Frankland mit „atomig“ bezeichnet — vertreten wird. Nach Odling hat das Eisen sowie das Zinn zwei Ersetzungswerte, deren Größe er durch die seitdem bekannten und häufig benutzten Striche andeuten wollte: Fé und Fẽ, Sń und Sn̈. Bis hierher folgte er der Auffassung Franklands, während er in Bezug auf die mehrbasischen Säuren den Ausführungen Williamsons zustimmte, indem auch er davon überzeugt war, daß in diesen (mehrbasischen Säuren) sauerstoffhaltige Radikale von bestimmtem Ersetzungswert enthalten seien, die in den Typus $(H_2O)_n$ eingeführt werden. Wie beispielsweise die Schwefelsäure aus dem zweifachen Wassertypus durch Eintritt des zweiatomigen Radikals SO_2 entsteht, so leitete sich die Phosphor- und Arsensäure aus $3\,H_2O$ durch Einführung der Atomgruppen $(PO)'''$ und $(AsO)'''$ ab und in den kohlensauren Salzen wurde das Radikal CO mit dem Ersetzungswert 2 angenommen.

Bevor wir Frankland verlassen, müssen wir noch auf die Erkenntnis der Valenz des Kohlenstoffs zurückkommen.

Längere Zeit wurde keine bestimmte Ansicht über die Valenz des in den Alkoholradikalen enthaltenen Kohlenstoffs ausgesprochen und erst die Erforschung von Verbindungen mit kohlenstoffhaltigen Radikalen führte zur vollständigen Klärung dieser schwebenden Frage. Hierher gehört vor allem die auf Veranlassung Williamsons von Kay ausgeführte Arbeit über den „dreibasischen Ameisensäureäther“, welcher, aus Chloroform und Natriumäthylat entstanden, als Abkömmling von 3 Atomen Äthylalkohol aufgefaßt wurde, deren 3 Atome basischen Wasserstoffs durch das dreibasische Radikal des Chloroforms CH ersetzt sei; ferner die Untersuchung von Berthelot über Glyzerin, welches er als dreiatomigen Alkohol bezeichnete, indem darin ein dreibasisches Radikal C_6H_5 $(C = 6)$ als Ersatz für 3 Atome Wasserstoff des dreifachen Wassertypus angenommen wurde. Von H. L. Buff wurde das Äthylen als zweiatomiges Radikal gekennzeichnet und diese Auffassung durch die darauffolgende Entdeckung des „Glykols“, des ersten zweiatomigen Alkohols, durch Wurtz bestätigt.

Den Beweis dafür, daß das Äthylen zweibasisch sei, sah man darin, daß dem einbasischen Äthyl 1 Atom Wasserstoff entzogen sei; das Glyzeryl jedoch sei dreiwertig, weil dem entsprechenden einwertigen Propyl zwei Wasserstoffatome fehlen.

In seiner 1858 veröffentlichten Arbeit: „Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische

Natur des Kohlenstoffs" zog Kekulé die Folgerung, daß für den Kohlenstoff dasselbe in Betracht komme, was für andere Elemente, zuerst für den Stickstoff und seine chemischen Verwandten, schon seit längerer Zeit erkannt war. (Vergl. Meyer, Gesch. d. Chem. S. 292.) Kekulé begründet dies mit folgenden Sätzen: „Betrachtet man die einfachsten Verbindungen dieses Elementes: CH_4, CH_3Cl, CCl_4, $CHCl_3$, $COCl_2$, CO_2, CS_2 und CHN. so fällt es auf, daß die Menge Kohlenstoff, welche die Chemiker als geringst mögliche, als Atom erkannt haben, stets vier Atome eines ein- oder zwei eines zweiatomigen Elementes bindet, daß allgemein die Summe der chemischen Einheiten der mit einem Atom Kohlenstoff verbundenen Elemente gleich vier ist. Dies führt zu der Ansicht, daß der Kohlenstoff vieratomig ist". Frankland verfuhr ähnlich, denn er folgerte aus den einfachsten Verbindungen des Stickstoffs, des Phosphors, des Arsens und des Antimons die Sättigungskapazität dieser Elemente. Kekulé hat den oben angeführten Sätzen nur wenig Wert beigelegt, indem er schreibt: „Schließlich glaube ich noch hervorheben zu müssen, daß ich selbst auf Betrachtungen der Art nur untergeordneten Wert lege. Da man indes in der Chemie bei dem gänzlichen Mangel exakt wissenschaftlicher Prinzipien sich einstweilen mit Wahrscheinlichkeits- und Zweckmäßigkeitsvorstellungen begnügen muß, schien es geeignet, diese Betrachtungen mitzuteilen, weil sie, wie mir scheint, einen einfachen und ziemlich allgemeinen Ausdruck gerade für die neuesten Entdeckungen geben, und weil deshalb ihre Anwendung vielleicht das Auffinden neuer Tatsachen vermitteln kann". Daß auch andere Kolbe das Verdienst, zuerst die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs bewiesen zu haben, zuschrieben, beweist der Ausspruch Blomstrands in seiner Geschichte der „Chemie der Jetztzeit", Seite 110: „Kaum möchte ein anderer Chemiker mit demselben Rechte wie Kolbe als Urheber der Lehre von der Sättigungskapazität des Kohlenstoffs angesehen werden dürfen. Neben ihm Frankland, dessen ununterbrochen fortgesetzte, genial erdachte und glücklich ausgeführte Versuche innerhalb des organisch synthetischen Gebietes stets neue Beiträge zum Beweis für den oben erwähnten Satz lieferten, welcher in sich das ganze Gebiet der Sättigung einschließt und in der Kohlensäuretheorie Kolbes nur seine unvergleichbar wichtigste Nutzanwendung gefunden hat". Ferner spricht sich im „Journal für praktische Chemie" 3, 267, A. Claus im selben Sinne aus: Kekulé ist nicht dazu berechtigt, sich selbst das Verdienst zuzusprechen, „den Begriff der Atomigkeit der Elemente in die Chemie eingeführt zu haben". (Vergl. Kekulé, Zeitschr. Chem. 1864, S. 689.) Dies war unzweifelhaft in erster Linie Franklands Verdienst. Derselbe hat sich über diesen Punkt in

seinen „Experimental Researches", 1877, S. 145, klar wie folgt ausgesprochen: „This hypothesis, which was communicated to the Royal Society on May 10, 1852 constitutes the basis, of what has since been called the doctrine of atomicity or equivalence of elements; and it was, so far as I am aware, the first announcement of that doctrine". Wie oben schon angedeutet wurde, hat sich Kekulé das Verdienst auch nicht im geringsten selbst zugeschrieben; wir haben die anderen Stimmen, die sich für Kolbe und Frankland ausgesprochen haben, nur aus dem Grunde wiedergegeben, weil ein großer Teil den Sätzen Kekulés eine übermäßig bedeutungsvolle Rolle zugeteilt hat.

Aus dem von Frankland festgestellten Begriff der Sättigungskapazität kam man zu der Folgerung, daß die elementaren Atome untereinander in verschiedenem Grade gebunden sein könnten und daß hierbei ein Austausch, und infolge davon ein Verschwinden einzelner Affinitäten eingetreten sei. Kekulé und später Couper faßte diesen Gedanken auf und somit entstanden die Anfänge der Strukturtheorie.

Kekulé bespricht die Hypothese von dem Zusammenhange der Kohlenstoffatome mit folgenden Worten: „Für Substanzen, die mehrere Kohlenstoffatome enthalten, muß man annehmen, daß ein Teil der Atome wenigstens durch die Affinität des Kohlenstoffs gehalten werde, und daß die Kohlenstoffatome selbst sich aneinander anlagern, wobei natürlich ein Teil der Affinität des einen gegen einen ebenso großen Teil der Affinität des anderen gebunden wird".

„Der einfachste und deshalb wahrscheinlichste Fall einer solchen Aneinanderlagerung von zwei Kohlenstoffatomen ist nun der, daß eine Verwandtschaft des einen Atoms mit einer des anderen gebunden wird. Von den 2.4 Verwandtschaftseinheiten der zwei Kohlenstoffatome werden also zwei verbraucht, um die beiden Atome zusammenzuhalten; es bleiben mithin sechs übrig, die durch Atome anderer Elemente gebunden werden können."

Zur Charakteristik des Standpunktes, den Kekulé einnahm, möge hervorgehoben werden, daß er, was den Wert der Formeln betrifft, ein Anhänger Gerhards ist und diese nicht als die Lagerung der Atome ausdrückend, sondern als Umsetzungsformeln auffaßt; somit war er, indem er den geistigen Inhalt der Typen erfaßte und erklärte, auf die Vieratomigkeit des Kohlenstoffs und die gegenseitige Bindung der Atome gekommen. Dagegen verwirft Couper die Typen, weil sie den philosophischen Bedingungen, welche man an eine Theorie stellen muß, nicht genügten.

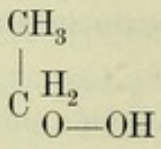
Er stellt zunächst, um die Eigenschaften der Elemente zu studieren, als solche auf:

1. die Wahlverwandtschaft, Affinität,
2. die Gradverwandtschaft,

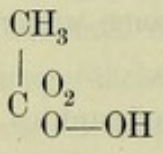
welch letztere die Grenze der Verbindungsfähigkeit regelt und heute als Valenz oder Atomigkeit bezeichnet wird. Couper beschränkt sich bei den ferneren Betrachtungen auf die Bestimmung der Gradverwandtschaft des Kohlenstoffs und glaubt durch sie die organischen Verbindungen erklären zu können. Es sind nun wesentlich zwei Eigenschaften dieses Elementes, welche zu dessen Charakterisierung dienen und zwar, 1) es verbindet sich nur mit einer paaren Zahl von Wasserstoffatomen und 2) es vereinigt sich mit sich selbst. Couper rechtfertigt den zweiten Ausspruch mit dem Hinweis auf die kohlenstoffhaltigen Körper: es kann denselben Wasserstoff, Sauerstoff usw. entzogen und durch Chlor ersetzt werden, ohne daß der Zusammenhalt aufhört, weshalb dieser nicht in den substituierbaren Atomen gesucht werden kann. Das Maximum der mit einem Kohlenstoffatom in Verbindung stehenden Zahl von Atomen ist vier, und Couper erhält deshalb als Schema für die organischen Körper

$$n\,M_4 \;-\; m\,N_2.$$

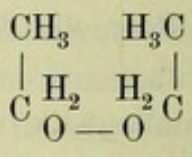
Für diese Betrachtungen mögen beispielsweise einige Coupersche Formeln angeführt werden, wobei zu bemerken ist, daß Couper über die Eigenschaften des Sauerstoffatoms eigentümliche Hypothesen aufstellt, offenbar um nicht bei der Salzbildung eine Vertretung des Wasserstoffs durch Metall (eine Reduktion des Oxyds) voraussetzen zu müssen. Nach ihm ist $O = 8$ zweiwertig; die eine Valenz muß aber stets durch Sauerstoff gesättigt sein. Die Grenze der Verbindungsfähigkeit des Stickstoffs wird zu 5 angenommen.



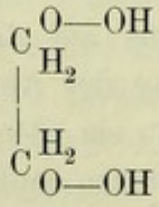
Alkohol



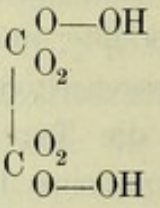
Essigsäure



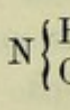
Äther



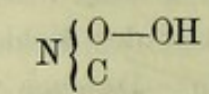
Glykol



Oxalsäure



Blausäure



Cyansäure

Wir sehen hier zum ersten Male Konstitutionsformeln im heutigen Sinne des Wortes, welche aus der Erkenntnis der Atomigkeit der Elemente hervorgegangen sind. Von Kekulé und Couper war somit der Grundsatz ausgesprochen worden, die „Atomigkeit der Elemente" zur Ergründung der Konstitution chemischer Verbindungen zu benutzen und gerade Kekulé sind wir zu Dank verpflichtet, daß er uns in seinem Lehrbuche den Beweis für seine neue Theorie so trefflich dargestellt hat. Die weitere Entwicklung des obigen Grundsatzes und seine Verwertung in der Lehre von der Atomverkettung wurden besonders von Kekulé und in den nächsten Jahren von Butlerow, sowie Erlenmeyer gefördert.

Alexander von Butlerow, geboren 6. September (25. Aug.) 1828 zu Tschistopol im Gouvernement Kasan, studierte in Kasan und dozierte später an der dortigen Hochschule; 1857 siedelte er nach Paris über und arbeitete bei Wurtz; 1868 erhielt v. Butlerow einen Ruf als Professor der Chemie an die St. Petersburger Universität. Außer seinen Untersuchungen über die Kohlenwasserstoffe und Alkohole der sogenannten Fettkörpergruppe entdeckte er 1864 das Trimethylkarbinol, den ersten tertiären Alkohol, dessen Beziehungen zu den sekundären und primären Alkoholen er in klares Licht setzte. Sein System über die Kohlenstoffverbindungen legte er in seinem „Lehrbuche der organischen Chemie" (deutsche Ausgabe, Leipzig 1868) nieder. Mit diesem Werke hat er ganz besonders die Chemie gefördert und einen tiefgehenden Einfluß auf die Erziehung der jüngeren Generation von Chemikern in jener Zeit ausgeübt.

Bevor man zu einer vollständig sicheren Erkenntnis von der Atomigkeit bezw. der Valenz der Elemente kam, mußte völlige Klarheit geschaffen werden über die Größe der Atomgewichte und ferner mußte der Unterschied zwischen Atom und Äquivalent mehrwertiger Elemente scharf stipuliert werden. In der damaligen Zeit benutzten die meisten Chemiker bei der Formulierung chemischer Verbindungen aus Gewohnheit die Gmelinschen Äquivalente. Dem Doppeläquivalente C_2 oder S_2 wurden beispielsweise in den von Kolbe gebrauchten Formeln die Funktionen der einfachen Atome C und S zugeschrieben, währendfür Wasserstoff, Chlor, Stickstoff und andere Elemente die Äquivalente mit den Atomgewichten gleich waren. Erst durch den italienischen Chemiker Cannizzaro erhielt man Klärung auf diesem Gebiete; in seiner Abhandlung „Sunto di un corso di filosofia chimica" beleuchtete er die Methoden zur Ermittlung der relativen Atomgewichte von Grundstoffen.

Stanislaus Cannizzaro, 16. Juli 1820 in Palermo geboren, studierte

dortselbst Medizin und Naturwissenschaften, später Chemie in Pisa, wo er Assistent Pirias wurde; 1852 wurde Cannizzaro Professor in Alexandria, 1857 in Genua, 1860 in Palermo und war seit 1871 in Rom tätig, wo er zugleich als Senator und Mitglied des obersten Rates des öffentlichen Unterrichts wirkte. Seine Experimentaluntersuchungen, z. B. über Benzylalkohol, Santonin und zugehörige Verbindungen, nehmen einen hervorragenden Platz in der Geschichte ein; ferner lieferte er scharfe Definitionen der Begriffe von Atom und Molekulargewicht und prüfte die Benutzung der Dampfdichten chemischer Verbindungen zur Bestimmung der Molekulargewichte sowie die Ableitung der Atomgewichte aus der spezifischen Wärme auf ihre Zuverlässigkeit.

Von seinen schriftstellerischen Arbeiten seien hier folgende angeführt: „L'emancipazione della ragione ed il nesso fra tutti i rami dello scibile quali effetti del metodo delle scienze fisiche“ (Mailand 1865); „Sunto di un corso di filosofia chimica, e nota sulle condensazioni di vapore“ (Rom 1880); „Relazione sulle analisi di alcune acque potabili“ (Rom 1882); „Sulla vita e sulle opere di Raffaele Piria“ (Turin 1889). Sein Abriß der theoretischen Chemie wurde von Miolati ins Deutsche übersetzt und in Ostwalds „Klassikern usw.“, Nr. 30 (Leipzig 1891) veröffentlicht.

Auf dem Gebiete der konstanten Valenz wirkte mit Kolbe Blomstrand, welcher in seinem vorzüglichen Werke: „Die Chemie der Jetztzeit“ (1869) die Entwicklung der Lehre von der Sättigungskapazität der Grundstoffe historisch beleuchtete und durch seine zusammenfassende Darlegung die Beurteilung des Anteils verschiedener Forscher an der Gestaltung dieser Lehre wesentlich erleichtert und richtig bewertet hat.

Christian Wilhelm Blomstrand, geboren 20. Oktbr. 1826 in Wexiö, studierte in Lund und habilitierte sich dortselbst im Jahre 1854 als Privatdozent, wo er auch das Universitätslaboratorium leitete; er war Teilnehmer der wissenschaftlichen Expedition nach Spitzbergen. 1862 wurde Blomstrand zum Professor der Chemie und Mineralogie ernannt und starb am 5. November 1897.

Blomstrand lieferte zahlreiche Arbeiten über Mineralchemie, über Platin- und Goldcyanide, entdeckte mehrere neue Mineralien und bearbeitete namentlich auch die theoretische Chemie; insbesondere vom Standpunkte der elektrochemischen Auffassung aus hat er die Valenz der Elemente beleuchtet und ihr neue Seiten erschlossen. Außer mehreren Lehrbüchern der organischen Chemie schrieb er noch das schon oben erwähnte Buch: „Die Chemie der Jetztzeit vom Standpunkt der elektrotechnischen Auffassung“ (Heidelberg 1869).

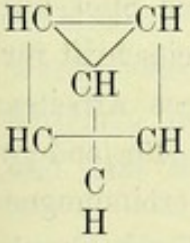
Ein Gelehrter, welcher sich mit der Konstitution organischer Stoffe nach der Strukturtheorie befaßte, ist

Rudolf Fittig, am 6. Dezember 1835 zu Hamburg geboren, studierte er 1856—59 in Göttingen, war hier Assistent Limprichts und Wöhlers; habilitierte sich 1860 als Privatdozent und wurde 1866 zum Professor ernannt. Vier Jahre später erhielt er einen Ruf als Professor der Chemie an die Universität Tübingen. 1876 siedelte Fittig nach Straßburg über, wo er bis vor nicht langer Zeit als Vorstand des nach seinen Plänen erbauten Laboratoriums mit großem Erfolge wirkte.

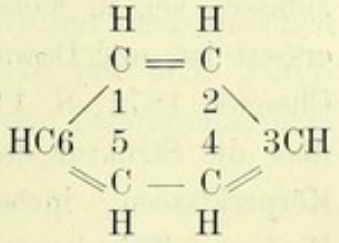
Fittigs Arbeiten bewegen sich hauptsächlich auf dem Gebiete der organischen Chemie, die er durch seine Forschungen speziell über aromatische und ungesättigte Verbindungen bereichert hat.

Er schrieb: „Grundriß der Chemie“ (Fortsetzung von „Wöhlers Grundriß“, anorganischer Teil, 3. Aufl. 1882; organischer Teil, 11. Aufl. 1886).

Wie Fittig über die aromatischen Verbindungen und ähnliche Stoffe arbeitete, so war auch Kekulé auf diesem Gebiete erfolgreich tätig; durch seine glückliche Deutung der Konstitution des Benzols wurde viel Klarheit über ein bis dahin noch sehr dürftig ausgestattetes Gebiet geschaffen. Nicht nur die unmittelbaren Abkömmlinge des Benzols, auch Verbindungen, welche in entfernterer Beziehung zu diesem stehen, wie Naphtalin, Anthracen, Phenantren, Fluoren, u. a. mit ihren zum Teil wichtigen Derivaten wurden mit Hilfe seiner Methoden untersucht. Doch gab es einige Forscher, die darauf Bedacht nahmen, die Theorie dieser Materie mehr zu präzisieren und diesbezügliche Änderungen für unbedingt nötig hielten. Beispielsweise führte Ladenburg an Stelle des Sechseck-Schemas die Prismenformeln, und Claus die Diagonalformel, als dem chemischen Verhalten des Benzols besser Rechnung tragend, ein. Diese Symbole, die sich von den Kekulés dadurch unterscheiden, daß nur einfache Bindungen und somit ein Zusammenhang jedes Kohlenstoffatoms mit drei anderen angenommen werden, sind folgende:



Kekulé:



Albert Ladenburg, geboren am 2. Juli 1842 zu Mannheim, studierte in Heidelberg, Berlin, Gent und Paris; 1868 habilitierte er sich in Heidel-

berg, wurde dort zum außerordentlichen Professor ernannt und erhielt 1873 einen Ruf als ordentlicher Professor in Kiel. Seit 1889 wirkt Ladenburg in Breslau.

Wie die eben angeführten Chemiker, so hat auch er die organische Chemie mit manchen trefflichen Untersuchungen bereichert; besonders sei auf seine Experimentalarbeiten, die zur Kenntnis organischer Siliciumverbindungen, von Benzolderivaten und namentlich von Abkömmlingen des Pyridins und Piperidins beigetragen haben, sowie auf seine Synthese des Coniins hingewiesen.

Von seinen literarischen Arbeiten mögen u. a. folgende registriert werden: „Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie in den letzten 100 Jahren" (Braunschweig, 1. Aufl. 1869, 2. Aufl. 1887, 3. Aufl. 1902); „Theorie der aromatischen Verbindungen" (Braunschweig 1876); „Handwörterbuch der Chemie" (Breslau 1883—1895, 13 Bde.). Ferner ist Ladenburg auch Herausgeber des chemischen Teiles der „Encyklopädie der Naturwissenschaften".

Ad. Claus, am 6. Juni 1840 geboren, war Schüler Kolbe's und Wöhler's und wirkte später als Professor der Chemie an der Universität Freiburg i. B. bis zu seinem Tode 1900.

Seine hauptsächlichsten Arbeiten gehören der organischen Chemie an; er hat dieselbe mit seinen Experimentaluntersuchungen über Chinolinderivate, fettaromatische Ketone usw. wesentlich gefördert.

Von seinen literarischen Arbeiten erwähnen wir vor allem seine „Grundzüge der modernen Theorie in der organischen Chemie" (Freiburg i. B. 1871), in denen er seine Ansichten über wichtige aktuelle Fragen niedergelegt hat.

Was nun den Begriff aromatische Verbindungen im allgemeinen betrifft, so hat dieser in neuerer Zeit eine bedeutende Erweiterung erfahren und zwar erst dann, als die nahen Beziehungen des Pyridins, Chinolins, Isochinolins und ihrer Derivate zu dem Benzol und Naphtalin erkannt wurden. Körner sprach zuerst aus, daß Pyridin als Benzol aufzufassen sei, in welchem ein Methin $(CH)'''$ durch dreiwertigen Stickstoff ersetzt ist, und Dewar hat diese Annahme als erster in der „Zeitschrift für Chemie" 1871, S. 117 veröffentlicht. Von Nutzen waren diese Arbeiten über die Struktur des Benzols und seiner Abkömmlinge auch für andere Körperklassen, insbesondere für die einander analogen Verbindungen Furfuran, Thiophen und Pyrrol. V. Meyer gebührt das Verdienst, durch seine Arbeiten über das Thiophen und dessen Abkömmlinge viel zur Klärung des Begriffes „aromatische Verbindungen" beigetragen zu haben.

Victor Meyer, geboren am 8. September 1848 in Berlin, studierte dort und in Heidelberg, 1867 wurde er Assistent Bunsens und erhielt 1871 einen Ruf als Professor am Polytechnikum in Stuttgart. Ein Jahr später siedelte er nach Zürich und 1885 nach Göttingen über. 1889 wurde Meyer als Nachfolger Bunsens nach Heidelberg berufen. Er starb am 8. August 1897.

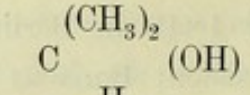
Epochemachende Forschungen machte Meyer über Nitroverbindungen der Fettreihe, über die Verschiedenheiten der primären, sekundären und tertiären Nitroverbindungen, über gemischte Azoverbindungen, über Valenz und Verbindungsfähigkeit des Kohlenstoffs und über die Nitrosoverbindungen; Meyer entdeckte die Aldoxime, Ketoxime und das Thiophen. Ferner verbesserte er die Methode zur Dampfdichtebestimmung und entdeckte die Dissociation der Halogenmoleküle bei hohen Temperaturen.

Nicht nur durch seine Experimentaluntersuchungen hat sich Meyer einen guten Namen erworben, sondern auch durch seine schriftstellerische Tätigkeit; er schrieb: „Pyrochemische Untersuchungen“ (Braunschweig 1885); „Chemische Probleme der Gegenwart“ (Heidelberg 1890); „Ergebnisse und Ziele der stereochemischen Forschung“ (1890); „Tabellen zur qualitativen Analyse“ (Berlin 1891); „Die Thiophengruppe“ (Braunschweig 1888); „Aus Natur und Wissenschaft“ (Heidelberg 1892); „Lehrbuch der organischen Chemie“ (Leipzig 1881—95, 2 Bde.) u. a.

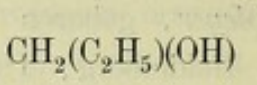
Wenden wir uns nunmehr der Erforschung der Isomerien auf Grund strukturchemischer Vorstellungen zu!

In den letzten vier Dezennien war man bestrebt, eine möglichst große Zahl isomerer Stoffe und ihre Struktur festzustellen. Ehe man die Abkömmlinge des Benzols so recht zu würdigen wußte, war die Konstitution metamerer Stoffe durch eine verschiedenartige Gruppierung der Atome zu Radikalen erklärt worden. Erinnern wir uns beispielsweise an den Nachweis der rationellen Zusammensetzung von Trimethylamin, an die sekundären und tertiären Alkohole oder Säuren, deren Konstitution, noch bevor dieselben entdeckt waren, mit klaren Worten ausgesprochen wurde, also an die Metamerie des Dimethylkarbinols mit dem Äthylkarbinol, des Trimethylkarbinols mit dem Propyl- oder Isopropylkarbinol und dem Methyläthylkarbinol.

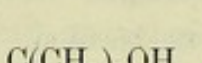
$\left.\begin{matrix} C_3H_7 \\ H_2 \end{matrix}\right\}N$	$\left.\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\right\}N$	$\left.\begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\}O$	$\left.\begin{matrix} CH_3 \\ C_3H_7 \end{matrix}\right\}O$
Propylamin	Trimethylamin	Diäthyloxyd	Methylpropyloxyd



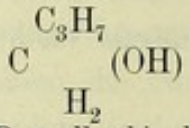
Dimethylkarbinol



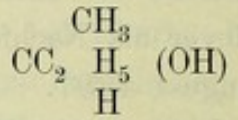
Äthylkarbinol



Trimethylkarbinol



Propylkarbinol

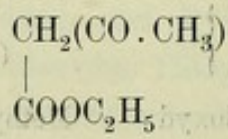


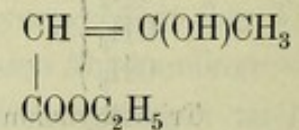
Methyläthylkarbinol

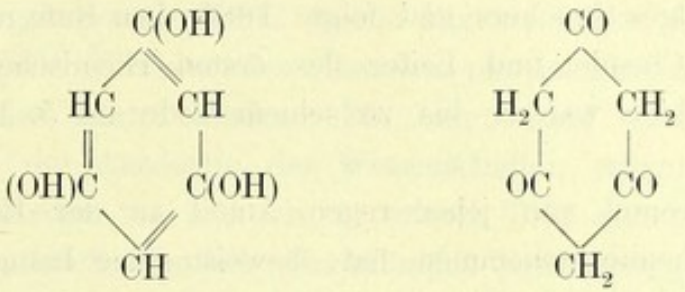
Kekulé hatte die Frage, in welchen relativen Stellungen sich die in das Benzol eingetretenen Substituenten befinden, angeregt; die Arbeiten, die das Problem zu lösen halfen, waren besonders die von Baeyer über die Konstitution des Mesytilens und der daraus hervorgehenden Isophtalsäure, ferner die Forschungen von Gräbe über Naphtalin und Phtalsäure, die Untersuchungen von Ladenburg über Terephtalsäure; aus diesen und anderen Arbeiten konnte die Struktur der Ortho-, Para- und Metaverbindungen so ziemlich festgestellt werden. Ebenso erleichterten die an den Abkömmlingen des Benzols untersuchten Metamerieverhältnisse die Erforschung der auf ähnliche Ursachen zurückzuführenden, nur noch verwickelteren Erscheinungen im Bereiche der Pyridin- und Chinolinbasen und hier waren es Weidel, Skraup, Hantzsch, die die Ansichten über die aus der Struktur des Pyridins abgeleiteten Metamerien der Pyridinkarbonsäuren und anderer Säuren bestätigten. Außer den oben schon erwähnten Körpern, studierte Gräbe auch die Chinone und kam somit zur Untersuchung des Alizarins. In Gemeinschaft mit Liebermann zeigte er zunächst, daß dasselbe nicht, wie man damals glaubte, ein Naphtalinderivat sei, sondern daß es sich vom Anthracen ableite, daß es ein Chinon und zwar ein Dioxyanthrachinon sei. Es gelang denn auch den Forschern Gräbe, Liebermann und Caro die Synthese des Farbstoffes, der dann technisch gewonnen wurde, was zu einer der bedeutendsten Industrieen führte.

Die Beobachtungen über solche organische Stoffe, deren Konstitution, je nach der Art ihres chemischen Verhaltens charakterisiert werden konnte, vermehrten sich zusehends. Beispielsweise ist der Acetessigester auf der einen Seite als das anzusehen, was in dieser Beziehung bereits ausgesprochen ist, andererseits verhält sich derselbe wie der Ester einer Oxykrotonsäure.

Phloroglucin, lange Zeit als Trioxybenzol betrachtet, kann aber auch nach folgenden Symbolen als eine metamere Trikarbonylverbindung angesehen werden.







Demnach ist die Konstitution dieser wie auch anderer Verbindungen, wie beispielsweise Isatin, Oxindol, Karbostyril, Cyanamid zweideutig.

C. Laar beschäftigte sich mit der Frage, welche von den zwei für eine solche Verbindung möglichen Strukturformeln die richtige ist und bezeichnete die diesbezüglichen Erscheinungen mit dem Namen Tautomerie. V. Meyer schlug indessen die Benennung Desmotropie vor, weil fast sämtliche Tautomerien auf eine Veränderung der Bindungsweise von Atomen Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff gegenüber Wasserstoff zurückzuführen sind.

Auf dem Gebiete der Erforschung tautomerer Verbindungen, hat sich in neuerer Zeit besonders Wislicenus mit experimentellen und spekulativen Untersuchungen beschäftigt. Nicht nur Wislicenus, sondern auch L. Claisen, Knorr, Hantzsch, P. Rabe ist es gelungen, die zwei tautomeren Formen einer Verbindung zu gewinnen und seit diesem Ergebnis kann man die Tautomerie-Erscheinungen, um mit Wislicenus zu reden, als intramolekulare umkehrbare Umlagerungen bezeichnen. Nach I. Traube ist „Tautomerie eine besondere Art von Isomerie, bei der es sich um einen von äußeren Bedingungen sehr beeinflußten Gleichgewichtszustand zweier sehr leicht ineinander umwandelbarer Isomeren handelt."

Gerade in den letzten 12 Jahren haben sich sehr viele Chemiker mit dem Problem der Tautomerie beschäftigt und haben auch bei ihren Arbeiten durch chemisch-physikalische Hilfsmittel, wie Bestimmung der Leitfähigkeit, Refraktion, elektromagnetischen Drehung der Polarisationsebene, gute Resultate erzielt.

Johannes Wislicenus wurde am 24. Juni 1835 in Kleineichstädt bei Querfurt geboren und studierte in Halle Mathematik und Naturwissenschaften, später ausschließlich Chemie. 1853 wurde er Assistent bei Horsford in New Cambridge. Drei Jahre später setzte er seine Studien in Halle und Zürich fort, habilitierte sich dort als Privatdozent und wurde 1861 zum Professor an der Kantonschule ernannt. 1864 an die Universität berufen, wurde er 1870 Professor und ein Jahr darauf Direktor des Polytechnikums in Zürich. 1872 siedelte Wislicenus über nach Würz-

burg als Nachfolger Streckers und folgte 1885 dem Rufe nach Leipzig als Professor der Chemie und Leiter des ersten chemischen Universitätslaboratoriums; hier war er bis zu seinem Tode am 5. Dezember 1902 sehr tätig.

Daß Wislicenus von jeher regen Anteil an der Entwicklung der theoretischen Chemie genommen hat, beweist seine Inauguraldissertation „Theorie der gemischten Typen“ (1859 Berlin). Von Bedeutung sind seine Arbeiten über die zweiatomigen Alkohole (Glykole) und die zweiatomigen Säuren (Oxysäuren), ferner seine Forschungen über die Milchsäure, die Isomeren und Homologen derselben, den Acetessigsäureester, den Natriumacetessigsäureester, sowie die zahlreichen von diesen Körpern sich ableitenden Derivate.

Die meisten Arbeiten, die hauptsächlich das Gebiet der organischen Chemie betreffen, veröffentlichte er in den „Annalen der Chemie“; ferner ist seine neue Bearbeitung von Regnault-Streckers „Lehrbuch der Chemie“ (2 Bde. Braunschweig 1874—81) hervorzuheben.

Um wieder auf unser Gebiet zurückzukommen, so stellte Wislicenus zunächst eine Strukturidentität für zwei verschiedene Körper auf: die Gärungs- und die Paramilchsäure; zur Erklärung derartiger Metamerien reicht somit die Strukturtheorie nicht mehr aus, z. B. auch bei der Kroton- und Isokrotonsäure, der Fumar- und Maleïnsäure, der Mesakon- und Citrakonsäure. Wislicenus bezeichnete diese Art der Metamerie als „geometrische Isomerie“, während Michael dieselbe Alloisomerie benannte. Neuerdings hat man der sogenannten Tautomerie den Namen „Stereoisomerie“ beigelegt. Wislicenus stellte als Grundlage seiner Erörterungen die Hypothese auf: Wenn zwei Atome Kohlenstoff unter Ausgleich mit je einer Affinität verbunden werden, so sind beide um eine gemeinsame Achse in entgegengesetzter Richtung drehbar; die Möglichkeit einer solchen Rotation soll durch Eintritt doppelter oder dreifacher Bindung der Kohlenstoffatome aufhören (vgl. Meyer, Gesch. der Chem., S. 305); hierher gehören auch die Untersuchungen über die Trauben-, Äpfel-, Mandel- und Milchsäure. Vor allem war es Pasteur, welcher den Weg zur Spaltung inaktiver in aktive Modifikationen gezeigt hat, ferner haben sich aber auch derartige Spekulationen Emil Fischers auf dem Gebiete der Zuckerarten fruchtbar erwiesen.

Louis Pasteur, am 27. Dezbr. 1822 in Dôle geboren, studierte 1843 an der Normalschule in Paris, wurde 1847 Assistent, 1848 Professor am Lyceum in Dijon, 1849 Professor der Chemie in Straßburg und ging 1854 als Doyen nach Lille, um die neuerrichtete Fakultät der Wissen-

schaften zu organisieren. 1857 wurde Pasteur Leiter der Normalschule in Paris und 1868 Direktor des chemisch-physiologischen Laboratoriums an der Ecole des hautes Etudes. Ein Jahr darauf wurde er zum ständigen Sekretär der Akademie der Wissenschaften ernannt. 1889 legte er alle Ämter nieder, um sich bis zu seinem Tode am 28. Septbr. 1895 der Leitung des durch öffentliche Sammlungen errichteten „Institut Pasteur" zu widmen.

Pasteur hat der Chemie wie den biologischen Wissenschaften durch bahnbrechende Untersuchungen glänzende Ergebnisse zugeführt. Seine Arbeiten über optisch aktive Verbindungen, namentlich Weinsäure und ihre Salze, führten ihn 1857 zur Behandlung biologischer Fragen, zur Erkennung und Züchtung wichtiger Gärungserreger; er wies das regelmäßige Auftreten mehrerer bis dahin übersehener Gärungsprodukte (Glyzerin, Bernsteinsäure) nach und es gelang ihm, die Rolle, welche die Hefe und andere niedere Organismen bei den verschiedenen Gärungsprozessen als spezifische Fermente spielen, festzustellen. Durch seine vorzüglichen Untersuchungen über alkoholische, Milchsäure- und Essigsäuregärung wurde Pasteur ein Hauptbegründer der neuen Zymochemie und Bakteriologie. Im Zusammenhange mit seinen Untersuchungen über Gärungen stehen seine großen Forschungen auf dem Gebiete der Schutzimpfung gegen Milzbrand, gegen den Rotlauf der Schweine und die Wutkrankheit. Wie Meyer mit Recht in seiner „Geschichte der Chemie" hervorhebt, gehört Pasteur zu den Wohltätern der Menschheit. Er wies ferner nach, daß auch die Fäulniß nur unter der Einwirkung kleinster Organismen eintritt, welche wie die Gärungserreger Anaërobien sind, d. h. den zu ihrem Leben nötigen Sauerstoff nicht aus der Luft beziehen, sondern durch Spaltung sauerstoffreicher Kohlenstoffverbindungen gewinnen. Auf Grund dieser Arbeiten trat er der Theorie von der Urzeugung überall entschieden entgegen und führte darauf bezügliche Experimente mit großem Geschick durch. Er gab auch für die Praxis höchst wertvolle Methoden zur Verhütung nachteiliger Zersetzungsprozesse namentlich in gegorenen Flüssigkeiten an, z. B. das „Pasteurisieren" des Weines und des Bieres. Er erkannte auch die Ursache der Seidenraupenkrankheit und empfahl die Zellengrainierung als Vorbeugungsmaßregel. Analoge Beobachtungen machte Pasteur mit dem Milzbrandbacillus und entdeckte für das Hundswutgift andere Methoden der Abschwächung; diese Resultate verwertete er für die Ausführung von Schutzimpfungen, auch wandte er Impfungen mit abgeschwächtem Wutgift zur Heilung Gebissener an. Im „Institut Pasteur" sind jährlich ca. 1500—1800 Menschen geimpft worden.

Von seinen Schriften seien folgende hervorgehoben: „Nouvel exemple de fermentation déterminé par des animalcules infusoires pouvant vivre sans oxygène libre“ (1863); „Etudes sur le vin, ses maladies“ (1866, 2. Aufl. 1872); „Etudes sur bière“ (1876); „Les microbes“ mit Tyndall (1878).

Um auf unsere Ausführungen, die Erkenntnis der Atomlagerung zurückzukommen, wollen wir auf die bahnbrechenden diesbezüglichen Arbeiten v. Baeyers über die Theorie des asymmetrischen Kohlenstoffs in „ringförmigen“ Gebilden, ferner auf die bedeutenden Arbeiten von Wallach über die Klasse hydroaromatischer Stoffe, die als „Terpene“ zusammengefaßt werden, hinweisen. Besonders fruchtbringend waren auch die von Wislicenus und seinen Schülern unternommenen Untersuchungen über Fumar- und Maleïnsäure, über Kroton- und Isokroton-, Angelika- und Tiglinsäure sowie deren Halogenderivate; hieran anzugliedern sind noch die Arbeiten über Tolandichloride, Butylene, isomere Zimtsäuren, Eruka- und Brassidinsäure, sowie über alkylierte Bernsteinsäuren. Auch möge an die Spekulationen V. Meyers und Rieckes „über die Konstitution der Kohlenstoffatome“ und an Bischoffs „dynamische Hypothese“, die zur Klärung mancher fremden Erscheinungen sehr viel beitrugen, erinnert sein.

Auch an verschiedenen Stickstoffverbindungen hat man ähnliche Beobachtungen gemacht und versucht, „geometrisch-chemische“ Isomerie auf die räumlichen Verhältnisse, die Konfiguration des Stickstoffatoms zurückzuführen. Besonders in Betracht kommen Stoffe, die mit Kohlenstoff doppelt gebundenen Stickstoff in der Form $\equiv C \equiv N$ oder auch durch ein Doppelatom Stickstoff verbundenen Kohlenstoff: $\equiv C - N \equiv N -$, enthalten. Hierher gehören vor allem die Arbeiten von V. Meyer, Auwers, Beckmann, A. Hantzsch über Oxime von Aldehyden und Ketonen, Hydrazone, Karbodiamide, Diazoverbindungen usw. Hantzsch sagt in seinem „Grundriss der Stereochemie“ S. 106 im wesentlichen über diese Isomerien: „Die geometrische Isomerie der Stickstoffverbindungen . . . beruht, in der Ausdrucksweise der Valenzlehre, darauf, daß die drei Valenzeinheiten des Stickstoffatoms in gewissen Stickstoffverbindungen nicht in einer Ebene liegen.“ Le Bel und Wedekind haben durch ihre Arbeiten über Ammoniumsalze der Hypothese vom asymmetrischen Stickstoff eine Unterlage verliehen.

Zum Studium dieser Materie sei auf den bereits erwähnten „Grundriß der Stereochemie“ von A. Hantzsch (Breslau 1893), die „Entwicklung der Stereochemie“ von Auwers (Heidelberg 1890), das „Handbuch der Stereochemie“ von C. A. Bischoff (unter Mitwirkung von P. Walden), das

„Lehrbuch der Stereochemie“ von A. Werner (1904), „die Stereochemie“ von E. Wedekind (Leipzig 1904) hingewiesen.

Hiermit schließen wir das Kapitel der Isomerien ab. Wir haben gesehen, daß die Wege, die zur Erforschung der rationellen Zusammensetzung organischer Verbindungen führen sollten, durch die Arbeiten von Liebig, Wöhler, Bunsen, Kolbe, Frankland, Dumas, Williamson, Gerhardt, Hofmann, Kekulé, Wurtz u. a. geebnet wurden und gehen nun zu den synthetischen Methoden über.

Auf diesem Gebiete kommen zunächst fünf Gelehrte in Betracht, deren Lebenslauf wir in großen Zügen schildern werden: Adolf v. Baeyer, v. Pechmann, Graebe, Liebermann und Runge.

Adolf v. Baeyer, als Sohn eines Offiziers am 30. Oktober 1835 zu Berlin geboren, studierte 1853—59 dort sowie in Heidelberg und Genf Physik und Chemie. Als Schüler von Bunsen und Kekulé wandte er sich durch den anregenden Einfluß des letzteren der organischen Chemie zu, die er durch eine Anzahl ausgezeichneter wichtiger Arbeiten bereichert hat.

Baeyer habilitierte sich 1860 in Berlin als Privatdozent, wurde bald darauf Lehrer der organischen Chemie an der Berliner Gewerbeakademie, 1866 außerordentlicher Professor, 1869 Lehrer der Chemie an der Kriegsakademie und 1870 Mitglied der technischen Deputation für Gewerbe. 1872 zum Professor der Chemie in Straßburg ernannt, wurde er drei Jahre später als Nachfolger Liebigs nach München berufen, wo nach seinen Angaben ein neues chemisches Laboratorium gebaut wurde. Im Jahre 1885 wurde Baeyer in den erblichen Adelsstand erhoben, außerdem wurden ihm vielfache andere große Ehrungen zu teil.

Von seinen Arbeiten, die sich hauptsächlich auf organischem Gebiete bewegen und durch die einzelne Gruppen weiter ausgebaut und dem chemischen Verständnis erschlossen wurden, seien folgende hervorgehoben: seine Untersuchungen über Kakodylverbindungen, ferner seine bedeutungsvollen Forschungen über die Harnstoff- und Harnsäuregruppe, die Kondensationsprodukte des Acetons usw. Die Bildung der Phtaleïne führte ihn zur Entdeckung des Eosins, das jetzt in großen Mengen für die Färberei hergestellt wird. Seit 1866 beschäftigte er sich mit der Körpergruppe, zu welcher das Indigoblau gehört, und es gelang ihm dessen Synthese, welche jetzt praktisch im großen ausgeführt werden kann. Im Laufe dieser Untersuchungen hat Baeyer das Indol, Oxindol und Dioxindol dargestellt und den Zusammenhang dieser Körper sowie des Isatins mit dem Indigoblau aufgeklärt. Er führte

auch die Benutzung des Zinkstaubes als Reduktionsmittel ein, entdeckte das Skatol und widmete sich in neuester Zeit der Stereochemie.

Seine Hauptarbeiten gehören wie schon hervorgehoben, in das Gebiet der Synthese; nachdem Kolbe die Synthese der Essigsäure und Frankland den Aufbau von Kohlenwasserstoffen aus kohlenstoffärmeren Verbindungen gelehrt hatte, kam die Bedeutung synthetischer Untersuchungen immer mehr zur Geltung. Ganz besonders erfolgreich waren die durch sogenannte Kondensation ausgeführten Synthesen, bei denen sich mehrere gleichartige oder verschiedenartige Moleküle unter Austritt von Wasser in der Weise vereinigen, daß sich Kohlenstoffatome gegenseitig binden.

Dieser Begriff hat sich seit Baeyers Erörterungen über „Kondensation" allgemein eingeführt. Baeyer sowohl, als auch seine Schüler, wie beispielsweise E. u. O. Fischer, v. Pechmann, Königs, Knorr, E. Bamberger, Paal usw. und andere Chemiker wie Kekulé, Fittig, Ladenburg, Wislicenus, V. Meyer, Knövenagel, Hantzsch, Claisen, Perkin jun., Graebe, Liebermann haben sich eingehend mit der Untersuchung von Kondensationen befaßt.

Es mögen die wichtigsten, seit längerer Zeit bekannten vegetabilischen Säuren, die nunmehr synthetisch dargestellt werden, angeführt sein: die Oxalsäure aus Kohlensäure, die Bernsteinsäure aus Äthylen, aus dieser die Äpfel- und Weinsäure, die Zitronensäure aus Aceton, ferner die Synthese der Chelidon-, Vulpin-, Hippursäure, Harnsäure, sowie die künstliche Herstellung vieler durch Zerlegung von Eiweißstoffen erhaltener Aminsäuren. Zuletzt sei noch auf die Synthese von pflanzlichen Farbstoffen wie Alizarin, Purpurin, Indigoblau, Hämatoxylin, Cumarin, Vanillin, sowie auf die hervorragenden Untersuchungen von E. Fischer über Kohlenhydrate und auf die Synthese des Coniins durch Ladenburg hingewiesen.

Hans Freiherr von Pechmann ist am 1. April 1850 zu Nürnberg geboren; er studierte 1869 in München, 1870 in Heidelberg, 1871 in Greifswald, 1875 in Genf, 1876 in London und 1878 in München. Im Jahre 1875 promovierte er in Greifswald und habilitierte sich 1883 als Privatdozent an der Münchener Universität, wo er zwei Jahre später zum Professor extr. ernannt wurde. 1895 siedelte er nach Tübingen über und wirkte als Nachfolger Lothar Meyers mit großem Erfolge als Lehrer und Forscher bis zu seinem Tode, am 19. April 1902. Außer den schon oben genannten Arbeiten seien seine Untersuchung über Abkömmlinge des Cumarins, die Synthese von Umbelliferon, Daphnetin usw. genannt.

Emil Fischer, am 9. Oktober 1852 zu Euskirchen geboren, studierte 1871—74 in Bonn und Straßburg, habilitierte sich 1878 als Privatdozent in München, wurde ein Jahr später zum außerordentlichen Professor ernannt

Adolf v. Baeyer.
(Hanfstaengls Porträt-Kollektion.)

und ging 1882 als Professor der Chemie nach Erlangen, 1885 siedelte er nach Würzburg über und folgte 1892 einem Rufe als Nachfolger A. W. v. Hofmanns nach Berlin. Seine „Anleitung zur Darstellung organischer Präparate" hat sich beim Laboratoriumsunterricht als vortrefflich erwiesen.

Fischer führte in Gemeinschaft mit V. Meyer eine Methode ein, durch die das Vorhandensein von Karbonyl in Aldehyden, Ketonen und ähnlichen Verbindungen mittelst Hydroxylamin oder Phenylhydrazin konstatiert werden kann. Auch die bedeutenden, mit O. Fischer zusammen ausgeführten Arbeiten über die Phenylderivate des Methans, insbesondere über die des Triphenylmethans, welch letzteres als Muttersubstanz der wichtigen Anilinfarbstoffe bezeichnet wird, zeugen von dem Scharfsinn dieses Gelehrten; dabei war Fischer auch auf dem Gebiete der Erforschung der einzelnen Zuckerarten, ihres chemischen Verhaltens und ihrer Umwandlungsprodukte erfolgreich tätig, insbesondere haben seine geistvollen Untersuchungen wesentlich dazu beigetragen, einen umfassenden Einblick in die Konstitution der Zuckerarten zu gewinnen und die Annahme bestätigt, daß die letzteren teils Aldehydalkohole (Aldosen), teils Ketonalkohole (Ketosen) sind und ferner auch die Erklärung der so zahlreichen Isomerien mit Hilfe stereochemischer Anschauungen glücklich angebahnt. Bedeutsam ist Fischers Synthese des Trauben- und Fruchtzuckers. Ferner gelang ihm mit W. Traube die Synthese vieler Purinderivate wie Theobromin, Coffeïn, Xanthin, Guanin usw.

Auch die umfassenden Arbeiten Fischers aus neuerer Zeit über Spaltungsprodukte des Eiweißes werden mit berechtigtem Interesse verfolgt.

Philipp Otto Fischer (Vetter von Emil Fischer) ist am 28. Novbr. 1852 zu Euskirchen geboren; er studierte 1871 in Berlin, 1872—74 in Bonn, 1874 in Straßburg und 1875 in München. Von 1878—84 wirkte er als Assistent und habilitierte sich gleichzeitig als Privatdozent an der Universität München. Im Jahre 1885 erhielt er einen Ruf als ordentlicher Professor und Direktor des chemischen Laboratoriums der Universität in Erlangen. 1884 wurde er mit der Ernennung zum a. o. Mitgliede und ein Jahr darauf zum korrespondierenden Mitgliede der Akademie der Wissenschaften zu München ausgezeichnet.

Er arbeitete hauptsächlich über die organischen Farbstoffe besonders mit Emil Fischer über die Triphenylmethan-Abkömmlinge und entdeckte 1881 im Kairin das erste künstliche Fiebermittel; ferner sei an seine Arbeit über das Rosanilin, die er ebenfalls mit seinem Vetter ausführte, sowie an die mit Döbner im Jahre 1877 gemachte Entdeckung grüner Farbstoffe aus Bittermandelöl und Benzotrichlorid erinnert.

Wilh. Traube wurde am 10. Januar 1866 zu Ratibor geboren, studierte 1884 in Heidelberg und Breslau, 1885 in München, 1886—88 in Berlin, wo er sich 1896 als Privatdozent habilitierte. Seit 1902 wirkt Traube als titul. Professor an der Berliner Hochschule. Seine Arbeiten sind in der Biographie E. Fischers schon vermerkt worden.

Carl Graebe ist am 24. Februar 1841 zu Frankfurt a. M. geboren; er promovierte 1862 in Heidelberg und ist seit dem Jahre 1878 als ordentlicher Professor der Chemie an der Universität Genf tätig. Unzertrennlich von diesem Forscher ist zu nennen:

Carl Theodor Liebermann. Er ist am 23. Febr. 1842 zu Berlin geboren, promovierte 1865 in seiner Vaterstadt und wurde 1879 Professor extr. an der Universität in Berlin. Seit dem Jahre 1873 wirkt Liebermann als etatsmäßiger Professor an der technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Graebe und Liebermann haben sich ebenfalls, wie schon oben erwähnt wurde, mit der Synthese erfolgreich beschäftigt; ersterer stellte entgegen der Ansicht Kekulés, daß das von Woskresensky entdeckte Chinon eine offene Kette von 6 Kohlenstoffatomen enthalte, die aber wie im Benzol abwechselnd einfach und doppelt untereinander gebunden wären, fest, daß das Chinon ein Benzolderivat ist, in welchem 2 Wasserstoff- durch 2 Sauerstoffatome, die sich untereinander binden, ersetzt sind.

Er begründet dies namentlich durch den Hinweis auf die bereits bekannten Beziehungen des Chinons zum Hydrochinon, und durch die Verwandlung des Chloranils in Hexachlorbenzol durch Chlorphosphor. Diese Gründe waren so durchschlagend, daß Graebes Anschauung vielfach angenommen wurde, wenn es sich auch bald nachher zeigte, daß das Chinon nicht, wie Graebe meinte, zu den Ortho-, sondern zu den Paraverbindungen gehört. (Vergl. Ladenburg, Vorträge S. 298). In der von Graebe und Liebermann veröffentlichten Mitteilung über den Zusammenhang zwischen Alizarin und Anthracen war eine Formel enthalten, nach welcher das Anthracen als Tribenzol erscheint, d. h. als aus drei Molekülen Benzol bestehend, die vier gemeinschaftliche Kohlenstoffatome besitzen.

Wilhelm Königs ist im Jahre 1851 geboren, studierte in Berlin, Bonn und Heidelberg, promovierte 1875 in Bonn und wirkte als außerordentlicher Professor der Chemie an der Universität in München bis zu seinem Tode, welcher am 15. Dezember 1906 eintraf. Außer seiner Schrift „Studien der Alkaloide“ hat er zahlreiche kleinere Abhandlungen, namentlich über die China-Alkaloide und deren Derivate veröffentlicht.

Mit seinen trefflichen Arbeiten hat Königs den Zusammenhang des Pyridins mit dem um 6 Wasserstoffatome reicheren Piperidin klargelegt;

er sprach ferner als einer der ersten die Ansicht aus, daß die Alkaloide Abkömmlinge des Pyridins oder Chinolins seien und trug viel zur Aufklärung der Konstitution des Chinins bei.

Ludwig Knorr ist am 2. Dezbr. 1859 zu München geboren, studierte dort, ferner in Heidelberg und Erlangen. Nach seiner Promotion (1882) an letztgenannter Universität wurde er dort Assistent am chemischen Institut. Im Jahre 1884 wurde er Dozent und ein Jahr später Leiter der analytischen Abteilung des chemischen Laboratoriums der Universität Würzburg. 1888 zum Professor extr. ernannt, siedelte er nach Jena über, wo er seit 1889 als ordentlicher Professor der Chemie wirkt.

Knorr beschäftigte sich hauptsächlich auf dem Gebiete der organischen Chemie und es sind besonders seine Arbeiten über Pflanzenbasen wie Chinin, Morphin, Brucin, Strychnin usw., ferner die mit seinen Schülern vorgenommenen Forschungen über das Pyrazolon, Isopyrazolon und ihre Derivate zu erwähnen. Von hervorragender Wichtigkeit ist seine Synthese des Antipyrins.

Eugen Bamberger wurde am 19. Juli 1857 zu Berlin geboren; nachdem er ein Jahr lang Medizin studiert hatte, widmete er sich der Naturwissenschaft, speziell der Chemie und studierte dieses Fach in Heidelberg und Berlin (1876—80). Vom Jahre 1880—81 war Bamberger Assistent bei Professor Rammelsberg, 1884 bei Professor Baeyer. Ein Jahr später habilitierte er sich in München als Privatdozent und wurde dort 1892 zum Professor extr. ernannt. Seit dem Jahre 1893 wirkt er als ordentlicher Professor der Chemie am Polytechnikum in Zürich.

Seine bedeutungsvollen Untersuchungen über das Dimethylanilin, Isodiazokörper, Isochinolin mögen hier besonders hervorgehoben werden.

Arthur Rudolf Hantzsch wurde am 7. März 1857 in Dresden geboren, promovierte 1880 in Würzburg und habilitierte sich 1883 als Privatdozent an der Universität Leipzig. Zwei Jahre später erhielt Hantzsch einen Ruf als Professor der Chemie am Eidgen. Polytechnikum in Zürich. 1893 siedelte er nach Würzburg über und wirkt seit dem Jahre 1903 an der Leipziger Hochschule. Von seinen Arbeiten seien die über Oxime von Aldehyden und Ketonen, sowie über Hydrazone, Karbodiimide, über die Entstehung der untersalpetrigen Säure aus Nitraminen, ferner die Untersuchungen, welche zur künstlichen Gewinnung des Lutidins führten, erwähnt.

Ludwig Claisen ist am 14. Januar 1851 zu Cöln a. Rh. geboren, studierte von 1869—71 in Bonn, 1871—72 in Göttingen, 1872—74 in Bonn, wo er ein Jahr später promovierte. Von 1878—85 wirkte Claisen als Privatdozent in Bonn und von 1887—90 in gleicher Eigenschaft an

der Universität München. Im Jahre 1890 erhielt er einen Ruf als ordentlicher Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Aachen, wo er sieben Jahre wirkte. Seit 1897 ist Claisen als ordentlicher Professor der Chemie an der Universität Kiel tätig.

Besonders wichtig sind die Untersuchungen, durch welche Claisen die verschiedenartigen Kondensationsvorgänge, deren die Aldehyde und Ketone sich fähig zeigen, erforscht hat; hierher gehört vor allem die von ihm aufgefundene Kondensation von Säureestern und Ketonen, durch welche die β-Diketone der Erforschung zugänglich gemacht worden sind.

William Henry Perkin sen., geboren am 12. März 1838 in London, ist der Begründer der Teerfarbenindustrie und Entdecker vieler Farbstoffe; er war es, welcher die Kondensation aromatischer Aldehyde mit Fettsäuren kennen lehrte. Sein Sohn *William Henry Perkin jun.* ist am 17. Juni 1860 in Sudbury bei London geboren. Nach seiner Promotion zum Dr. phil. war er Assistent am „Royal College of Chemistry“ in South Kensington. 1883 habilitierte er sich als Privatdozent an der Universität München und nahm drei Jahre später einen Ruf als Professor der Chemie am Heriot-Watt College in Edinburgh an. Seit 1892 wirkt er als ordentlicher Professor der organischen Chemie an der Viktoria-Universität in Manchester, nachdem er schon zwei Jahre vorher zum Präsidenten der königlichen Akademie der Wissenschaften ernannt worden war. Sein Bruder *Arthur George Perkin*, geboren am 13. Dezbr. 1861 zu Sudbury, studierte am Royal College in London, am Andersons College in Glasgow und am Yorkshire College in Leeds. Er wirkt seit 1892 als Lecturer für Färberei am Yorkshire College in Leeds.

Wie sehr die Verfolgung der Frage nach der chemischen Konstitution Interesse fand und von großen Erfolgen begleitet war, beweisen die Umwandlungen zahlreicher Verbindungen, z. B. der Ketone, Chinolinbasen, Naphthalinderivate, sowie ungesättigter Verbindungen durch Oxydation. Zu den früher schon bekannten Oxydationsmitteln (Chromsäure, Kaliumpermanganat) kamen neue hinzu, welche die Fähigkeit besitzen, eine beabsichtigte Oxydation in bestimmten Grenzen zu halten, wie Ferricyankalium, Ozon, Persulfate, Caros Reagens, Natriumperoxyd usw.

Andererseits hat man neue Mittel gefunden, eine passende Reduktion organischer Verbindungen auszuführen, beispielsweise die Überführung wasserstoffarmer Körper in wasserstoffreiche durch Zinkstaub, Natrium, Jodwasserstoff, elektrolytischen Wasserstoff usw. Diese erwies sich insofern wichtig, als die entstehenden Hydroverbindungen durch ihr chemisches Verhalten von großem Interesse sind.

Wir haben, bevor wir diesen Abschnitt zum Abschluß bringen, noch einen Chemiker anzuführen, welcher sich durch seine Forschungen über das von Balard im Jahre 1826 in den Mutterlaugen des Sudsalzes aufgefundene Brom sehr verdient gemacht hat.

Karl Jacob Löwig. Am 17. März 1803 in Kreuznach geboren, wandte er sich zunächst der Pharmazie zu, studierte 1823—25 in Heidelberg, übernahm 1827 die Verwaltung der Apotheke in Kreuznach, siedelte dann nach Berlin über, wo er als Schüler Gmelins und Mitscherlichs sich chemischen Studien hingab. Löwig habilitierte sich zunächst in Heidelberg und nahm 1833 einen Ruf als Professor der Chemie an der Universität Zürich an, welche Stellung er nach 20 Jahren mit einer solchen in Breslau vertauschte. Er trat 1889 in den Ruhestand und starb am 27. März 1890.

Seine Arbeiten beziehen sich hauptsächlich auf das Gebiet der organischen Chemie, insbesondere lieferte er umfassende Untersuchungen über organische Metallverbindungen. Auch hat er sich große Verdienste um die Entwicklung der chemischen Industrie in Schlesien erworben.

Von seinen Arbeiten mögen vor allem die Untersuchungen über Selen und Tellurverbindungen, ferner solche über organische Arsen- und Antimonverbindungen hervorgehoben werden. Außerdem war Löwig auch auf literarischem Gebiete mit großem Erfolge tätig; es seien hier folgende Veröffentlichungen angeführt:

Zunächst seine Schrift über: „Das Brom und seine chemischen Verhältnisse“ (1829), sowie sein „Lehrbuch der Chemie“ (1832, 2. Aufl. 1846), welches als gutes Handbuch lange Zeit geschätzt wurde; ferner: „Über die Bestandteile und Entstehung der Mineralquellen“ (1837), „Chemie der organischen Verbindungen“ (1838—40, 2 Bde.; 2. Aufl. 1844—47), „Grundriß der organischen Chemie“ (1852), „Jeremias Benjamin Richter, der Entdecker der chemischen Proportionen“ (1874), „Arsenikvergiftung und Mumifikation“ (1887).

Außerdem haben wir noch eines Gelehrten an dieser Stelle zu gedenken, welcher durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der theoretischen Chemie bekannt geworden ist:

Wilhelm Lossen. Er ist am 29. Oktober 1906 im Alter von 68 Jahren gestorben und war Ordinarius der Chemie an der Universität in Königsberg. Hier sei an eine seiner wichtigsten Entdeckungen des Hydroxylamins erinnert, dessen chemisches Verhalten zur Bekanntschaft mit vielen merkwürdigen Verbindungen, hauptsächlich in der organischen Chemie, geführt hat.

Wir werden nun mit Nachfolgendem einen allgemeinen Überblick über die Entwicklung der Spezialabteilungen der theoretischen Chemie geben.

Systematik der Elemente.

Werfen wir vorerst einen Blick auf die Entwicklung der unorganischen und allgemeinen Chemie. Nach Odling, welcher den von Frankland aufgefaßten Begriff der Valenz auf die Oxyde zahlreicher Elemente angewandt hatte, hatten es auch andere Forscher unternommen, die Vorstellungen von der Verkettung der Kohlenstoffatome untereinander und mit anderen Elementen auf unorganische Verbindungen zu übertragen. Daraufhin wurden auf Grund der Valenz, die man den einzelnen Elementen zuschrieb, diese zu natürlichen Familien vereinigt. Das Band, welches die Glieder einer solchen Gruppe zusammenhalten sollte, stellte die Sättigungskapazität dar. Als Beispiele hierfür diene die von Frankland aufgestellte Zusammengehörigkeit von Stickstoff, Phosphor, Arsen und Antimon wegen ihrer Fähigkeit, drei- und fünfwertig zu fungieren. Dem Kohlenstoff gesellte man das Silicium, Titan, Zirkonium als vierwertige Elemente zu, während das Bor — früher ebenfalls als zum Kohlenstoff gehörig angenommen — als dreiwertig erkannt und einer anderen Gruppe zugeteilt wurde. Roscoe war es, der zuerst solche Elemente bearbeitete, die unvollkommen oder fast noch gar nicht untersucht waren.

Henry E. Roscoe, geboren 7. Januar 1833 in London, studierte dort, später in Heidelberg bei Bunsen, wirkte seit 1858 als Professor am Owens College in Manchester und wurde 1863 zum Fellow (Mitglied) der Royal Society in London ernannt. Unter Bunsens Leitung begann Roscoe seine photochemischen Arbeiten, die zuerst exakte Bestimmungen der chemischen Wirkungen des Lichtes brachten und die Grundlagen der neueren Vervollkommnungen auf diesem Gebiete der physikalischen Chemie abgaben; es sei hier an die mit R. Bunsen veröffentlichten „Photochemischen Untersuchungen“ erinnert. Für die Folge beschäftigte er sich mit spektralanalytischen Arbeiten und machte vortreffliche Untersuchungen über die Verbindungen des Vanadiums und des Wolframs.

Seine „Lessons in elementary chemistry“ (6. Aufl. 1892) wurden in mehrere Sprachen übersetzt (10. Aufl., Braunschweig 1896). Sehr verdienstlich war die Herausgabe eines großen Lehrbuches der Chemie, dessen zwei erste Bände die anorganische Chemie behandeln und von ihm verfaßt sind, während die sieben übrigen Bände — organische Chemie — von Schorlemmer, später von Brühl unter Beteiligung verschiedener Mitarbeiter herausgegeben sind (1901). Im Jahre 1895 veröffentlichte er „John Dalton and the rise of modern chemistry“.

Jean Charles Galissard de Marignac, geb. am 24. April 1817 zu Genf, wurde Professor an der dortigen Akademie (1841), trat 1878 in den Ruhestand und starb am 16. April 1894 in Genf.

Seine Arbeiten erstrecken sich eigentlich auf das ganze Gebiet der Chemie und haben sehr wesentlich zu der schnellen Entwicklung dieser Wissenschaft beigetragen. Namentlich hervorzuheben sind seine exakten Atomgewichtsbestimmungen mit den sich daran knüpfenden Untersuchungen, seine Arbeiten über den Isomorphismus, über die Isomorphie der Fluorsilikate mit den Fluorstannaten, ferner die Feststellung der Zusammengehörigkeit von Ozon und gewöhnlichem Sauerstoff. Von besonderer Wichtigkeit sind seine glanzvollen Untersuchungen über Tantal, Lanthan, Didym und Niob.

Jean Servais Stas, geb. am 20. September 1813 in Löwen, war längere Zeit Professor an der Militärschule in Brüssel und wurde 1841 Mitglied der belgischen Akademie. Er starb am 11. Dezbr. 1891.

Er machte anfänglich Untersuchungen über organische Verbindungen, wie das Phloridzin, das Acetal, dann im Jahre 1841 mit Dumas eine Arbeit über das Atomgewicht des Kohlenstoffs. Auch für die analytische Chemie war Stas eifrig tätig und gab für die gerichtliche Chemie ein Verfahren zum Nachweis von Alkaloiden in tierischen Substanzen an.

Es hatten sich viele Chemiker auf die größtmögliche Verfeinerung der Methode zur Bestimmung der Atomgewichte verlegt; an die Arbeiten von Berzelius schlossen sich beispielsweise solche von Dumas, Marignac, Erdmann, Marchand, Pélouze an; alle diese Untersuchungen wurden von Stas durch seine Arbeiten über die Atomgewichte von Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Stickstoff, Schwefel, Silber und andere überholt. Hier war an Genauigkeit für jene Zeit das Höchste geleistet, was mit den zu Gebote stehenden Hilfsmitteln erzielt werden konnte.

Seine Arbeiten faßte er in dem Werke: „Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques“, sowie in den „Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques“ zusammen. Ferner verweisen wir auf seine „Oeuvres complètes“ (3 Bde., Brüssel 1894).

Der „Internationale Atomgewichts-Ausschuß“, dem die Chemiker F. W. Clarke, H. Moissan, K. Seubert und T. E. Thorpe angehören, empfiehlt in seinem Berichte die Atomgewichtstabelle von 1905 unverändert für 1906 beizubehalten und die auf die Sauerstoffnorm basierte Tabelle zur offiziellen zu machen. Die „Chemische Zeitschrift“ V, 63 schreibt hierzu: „Im vergangenen Jahre (1905) sind zwar verhältnismäßig viele neue Atomgewichtsbestimmungen ausgeführt worden, so von Chlor und Natrium, von

International vereinbarte Tabelle der Atomgewichte und Atomvolumina 1906.

		Atom-gewicht	Atom-volumen			Atom-gewicht	Atom-volumen
Aluminium . .	Al	27,1	10,1	Nickel . . .	Ni	58,7	6,7
Antimon . . .	Sb	120,2	17,9	Niobium . . .	Nb	94	14,5
Argon . . .	A	39,9	32,9	Osmium . . .	Os	191	8,9
Arsen	As	75,0	13,3	Palladium . .	Pd	106	9,3
Baryum . . .	Ba	137,4	—	Phosphor . .	P	31,0	17,0
Beryllium . .	Be	9,1	4,3	Platin . . .	Pt	195.2	9,1
Blei	Pb	206,9	18,2	Praseodym . .	Pr	140,5	—
Bor	B	11,0	4,1	Quecksilber . .	Hg	200,3	14,8
Brom	Br	79,96	25,1	Radium . . .	Ra	225	—
Cadmium . .	Cd	112,4	13,0	Rhodium . .	Rh	103,0	9,5
Caesium . . .	Cs	132,9	—	Rubidium . .	Rb	85,4	56,3
Calcium . . .	Ca	40,1	25,3	Ruthenium . .	Ru	101,7	9,2
Cerium . . .	Ce	140,25	20,8	Samarium . .	Sm	150	—
Chlor	Cl	35,45	—	Sauerstoff . .	O	16,000	—
Chrom . . .	Cr	52,1	7,7	Scandium . .	Sc	44,1	—
Eisen	Fe	55,9	6,6	Schwefel . . .	S	32,06	15,7
Erbium . . .	Er	166 (?)	—	Selen	Se	79,2	18,5
Fluor	F	19,0	—	Silber . . .	Ag	107,93	10,3
Gadolinium . .	Gd	156,0	—	Silicium . . .	Si	28,4	11,4
Gallium . . .	Ga	70,0	11,8	Stickstoff . .	N	14,04	—
Germanium . .	Ge	72,5	—	Strontium . .	Sr	87,6	34,5
Gold	Au	197,2	10,2	Tantal . . .	Ta	183	17,0
Helium . . .	He	4,0	—	Tellur . . .	Te	127,6	20,3
Indium . . .	In	114,0	25,7	Thallium . . .	Tl	204,1	17,2
Iridium . . .	Ir	193,0	8,6	Thorium . . .	Th	232,5	29,8
Jod	J	126,85	25,7	Thulium . . .	Tu	171,0	—
Kalium . . .	K	39,15	45,5	Titan	Ti	48,1	—
Kobalt . . .	Co	59,0	6,7	Uran	U	238,5	13,0
Kohlenstoff . .	C	12,00	3,4	Vanadium . .	V	51,2	9,3
Krypton . . .	Kr	81,8	37,8	Wasserstoff .	H	1,008	—
Kupfer . . .	Cu	63,6	7,1	Wismut . . .	Bi	208,5	21,2
Lanthan . . .	La	138,9	22,9	Wolfram . .	W	184,0	9,6
Lithion . . .	Li	7,03	11,9	Xenon . . .	X	128	35,9
Magnesium . .	Mg	24,36	13,3	Ytterbium . .	Yb	173,0	—
Mangan . . .	Mn	55,0	7,7	Yttrium . . .	Y	89	—
Molybdän . .	Mo	96,0	—	Zink	Zn	65,4	9,5
Natrium . . .	Na	23,05	23,7	Zinn	Sn	119,0	16,2
Neodymium . .	Nd	143,6	—	Zirkonium . .	Zr	90,6	21,9
Neon	Ne	20	—				

Gadolinium, Jod, Kadmium, Kalium, Kohlenstoff, Silicium, Stickstoff, Strontium, Tellur und Thorium, doch lassen sich die notwendigen Änderungen noch nicht endgültig bestimmen. Eine Änderung von Chlor oder Stickstoff oder, wie es nach Untersuchung von Guye erscheint, auch von Silber, würde eine Revision und Umgestaltung fast der ganzen Atomgewichtstabelle bedingen. Die Stas'schen Werte samt ihren Bestätigungen durch andere Chemiker beruhen alle in erster Linie auf den Atomgewichten des Silbers, Chlors und Broms. Bei dieser Sachlage empfiehlt der Aus-

schuß, die seitherige Tafel beizubehalten, zumal die bis jetzt erforderlichen Korrektionen nicht groß sind, die seither angenommenen Zahlenwerte für alle gewöhnlichen Zwecke völlig genügen und ausgedehntere Untersuchungen auf neuer Grundlage in Aussicht gestellt worden sind".

In der vom „Internationalen Atomgewichts-Ausschuß", dem die Chemiker F. W. Clarke, H. Moissan, W. Ostwald, J. E. Thorpe angehören, aufgestellten Atomgewichtstabelle 1907 finden wir folgende Veränderungen bezw. Vermehrungen: Eu = Europium 152 — Hg = Quecksilber 200,0 — In = Indium 115 — J = Jod 126,97 — N = Stickstoff 14,01 — Pd = Palladium 106,5 — Pt = Platin 194,8 — Rb = Rubidium 85,5 — Sm = Samarium 150,3 — Ta = Tantal 181 — Tb = Terbium 17,2 (vergl. „Chemiker-Zeitung" No. 99, 1234).

Außer den eben erwähnten Gelehrten haben auch andere Chemiker, wie Zimmermann, Krüß, v. d. Pfordten, Moissan vortreffliche Untersuchungen über Uran, Gold, Molybdän, Titan, Fluor usw. ausgeführt; das gleiche gilt von den neugefundenen Elementen wie Thallium, Indium, Skandium, Germanium.

In das letzte Jahrzehnt fällt die Entdeckung des Argons, welches Lord Rayleigh mit Ramsay als Gas aus dem atmosphärischen Stickstoff isolierte. Nach der Auffindung des Argons folgte das Helium von Ramsay und seinen Schülern, ferner Krypton, Neon, Xenon. Gerade W. Ramsay ist es, welcher in allerneuester Zeit durch seine glänzenden Forschungen der Chemie ein ganz neues Gebiet erschlossen und damit bewiesen hat, daß auch da, wo alles klar zu sein scheint, noch sehr viel Überraschendes vorgefunden werden kann.

Die beiden Chemiker Newland und L. Meyer haben die Elemente systematisch nach der Größe ihrer Atomgewichte geordnet und dabei bemerkt, daß, (während bei oberflächlicher Betrachtung die aufeinanderfolgenden Grundstoffe scheinbar regellos wechselnde Eigenschaften aufweisen), nach Ablauf einer gewissen Periode das chemische und physikalische Verhalten der nun folgenden Elemente an das der vorangehenden lebhaft erinnert, je sich wiederholt (vergl. Meyer, Gesch. d. Chem., S. 332).

Die beiden Forscher haben im Jahre 1864, unabhängig voneinander, diese Anordnung der Elemente getroffen, nachdem sich schon vorher andere Chemiker wie Döbereiner, L. Gmelin, Pettenkofer, Dumas, Kremers und Odling mit dieser Materie beschäftigt hatten.

Bevor wir auf die Systematik Newlands und Meyers näher eingehen, sei es uns gestattet, eines der früheren Forscher auf diesem Gebiete zu gedenken, es ist Pettenkofer.

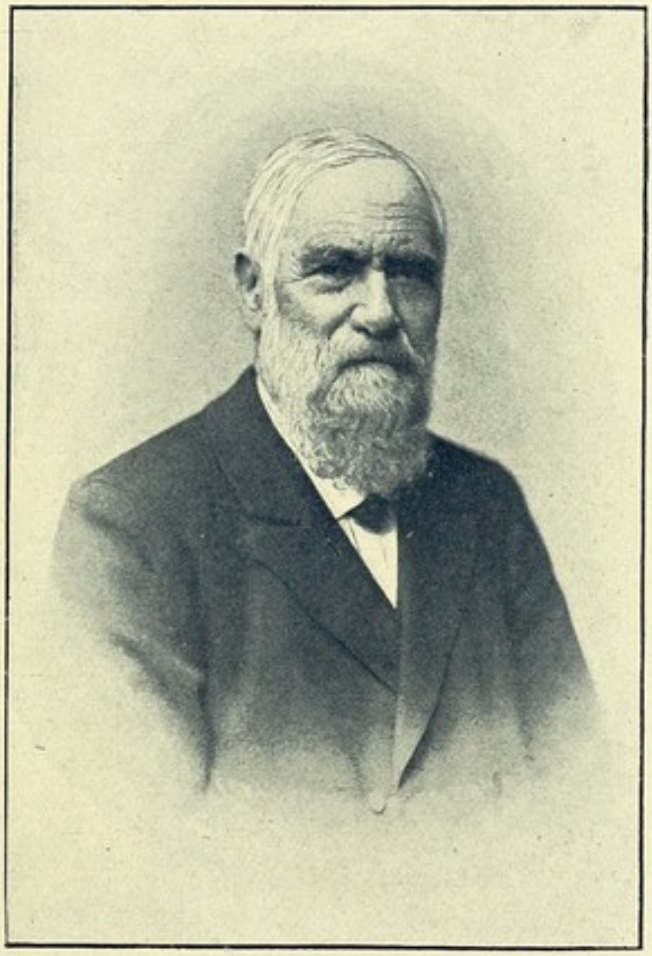
Max Pettenkofer, der Neffe des um die Chemie und Arzneimittellehre durch zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten verdienten Münchener Apothekers Franz Xaver Pettenkofer, ist am 3. Dezember 1818 zu München geboren und studierte in München, Würzburg und Gießen Medizin. Nebenbei betrieb er unter Leitung von Liebig und Scherer Chemie, und zwar mit solchem Erfolge, daß er außer der ärztlichen Staatsprüfung auch noch das Examen als approbierter Apotheker bestand. Am 30. Juni 1843 promovierte Pettenkofer und erhielt als erste Stellung die eines Assistenten an der Münze in München. In dieser Stellung war es ihm vergönnt, reichlich Zeit zu finden, um sich wissenschaftlichen Studien hinzugeben, deren Ergebnisse in Gestalt zahlreicher Veröffentlichungen hauptsächlich der physiologischen Chemie zugute kamen. 1847 erhielt er einen Ruf als außerordentlicher Professor der Chemie an die Universität in München, um bald darauf zum Ordinarius ernannt zu werden. Für seine verdienstvollen Leistungen wurde ihm im Jahre 1883 der erbliche Adel verliehen, darauf erfolgte 1889 die Ernennung zum Präsidenten der Kgl. Bayer. Akademie der Wissenschaften. Im Jahre 1898 trat der große Gelehrte von allen seinen Ämtern zurück und starb 1901.

Seine Arbeiten umfassen hauptsächlich das Gebiet der physiologischen Chemie; doch hat Pettenkofer auch technischen Fragen sein Interesse zugewandt, er machte Untersuchungen über die Affinierung des Goldes, die Verbreitung des Platins, die hydraulischen Kalke Englands und Deutschlands. 1848 lehrte er die Darstellung von Leuchtgas aus Holz und entdeckte bald darauf die Darstellung von Hämatinon und Aventuringlas. Außerdem beschäftigte er sich eingehend mit der Natur der Elemente.

Kehren wir nunmehr zu Lothar Meyer zurück!

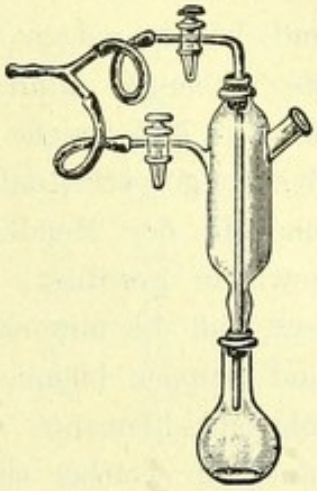
Lothar von Meyer, geboren am 19. Aug. 1830 in Varel a. d. Jade, studierte Medizin in Zürich und Würzburg, dann Chemie in Heidelberg. 1858 habilitierte er sich in Breslau als Dozent für Chemie und Physik und übernahm 1859 die Leitung des chemischen Laboratoriums im dortigen physiologischen Institut. 1866 zum Professor an die Forstakademie in Eberswalde berufen, erhielt er zwei Jahre später die Professur am Polytechnikum in Karlsruhe und 1876 die an der Universität Tübingen. Hier verblieb er bis zu seinem Tode am 29. April 1895.

v. Meyer lieferte zunächst physiologisch-chemische Experimentaluntersuchungen, ferner solche über die Beziehungen der spezifischen Wärme zum Atom- und Molekulargewicht, über das Avogadro'sche Gesetz, über Isomorphismus zwischen salpetersaurem Natron und kohlensaurem



Max Pettenkofer.
(Porträt-Kollektion Hanfstaengl, München.)

Kalk, über unvollständige Verbrennung und ganz besonders über die Natur der chemischen Elemente, wobei er — wie schon oben erwähnt — die Eigenschaften der Elemente als periodische Funktionen der Atomgewichte darzustellen suchte. Dieser Beschäftigung entsprang sein Werk: „Die modernen Theorien der Chemie“ (5. Aufl. 1884), seine „Grundzüge der theoretischen Chemie“ (1890), ferner sein in Gemeinschaft mit K. Seubert verfaßtes Werk: „Die Atomgewichte der Elemente aus den Originalzahlen neu berechnet“ (1883).



Destillation nach Lothar von Meyer.

Wir haben oben berichtet, daß Newland und v. Meyer sich zuerst mit der Aufstellung der Elemente in systematischer Ordnung befaßten; um Mißverständnissen vorzubeugen, sei bemerkt, daß der Versuch, die Grundstoffe nach der Größe ihrer Atomgewichte zu ordnen und daraus wichtige Beziehungen der letzteren zu den Eigenschaften jener abzuleiten, zunächst durchaus keinen Beifall fand. Newland entging sogar dem Spott nicht, indem man ihn fragte, ob er nicht mit ähnlichem Erfolg versuchen wolle, die Elemente nach ihren Anfangsbuchstaben zusammenzustellen.

Diese unvollkommenen Versuche wurden 1869 durch L. v. Meyer und L. Mendélejeff — jeder unabhängig vom anderen — immer mehr und mehr erweitert.

Demitrij Iwanowitsch Mendélejeff, geboren 7. Febr. 1834 in Tobolsk, studierte 1850 in Petersburg, habilitierte sich 1856 als Privatdozent an der Universität Petersburg, setzte von 1859—61 seine Studien in Heidelberg fort und wurde 1863 Professor am Polytechnischen Institut und 1866 an der Universität in Petersburg, wo er als emeritierter Professor bis zu seinem Tode, 2. Februar 1907, erfolgreich wirkte. Mendélejeff hat sich mit Vorliebe Untersuchungen über physikalische Konstanten (z. B. spezifische Volume, Ausdehnung der Gase usw.) gewidmet. Seine bedeutendste Leistung ist die Aufstellung des periodischen Systems der Elemente, welche ihm gestattete, die Existenz und die Eigenschaften noch nicht bekannter Elemente anzugeben, die denn auch bald entdeckt wurden und seine Angaben bestätigten. Am bekanntesten ist Mendélejeff geworden durch seine Abhandlung: „Die periodische Gesetzmäßigkeit der chemischen Elemente“ und durch sein treffliches Lehrbuch: „Grundlagen der Chemie“ (Petersburg 1869, deutsch 1891).

Um auf seine Aufstellung des periodischen Systems der Elemente zurückzukommen, so hatte er die Kühnheit, sämtliche Grundstoffe nach der Größe ihrer zum Teil sehr unsicheren Atomgewichte zusammenzustellen und konnte zeigen, daß die zu einer natürlichen Familie gehörenden, also chemisch ähnlichen Elemente in regelmäßigen Perioden aufeinander folgen. Auf solche Weise wurden die Grundstoffe in ein natürliches System gebracht, daß seiner Zeit noch viel Willkür aufwies. Demgemäß sind in der Mendélejeff'schen Reihe die Elemente nach ihrem Atomgewichte geordnet, doch ist die Aufstellung derart in Abteilungen zerlegt, daß die miteinander analogen Elemente in vertikale Reihen kommen und Gruppen bilden, während je 7 resp. 10 im Atomgewichte aufeinander folgende Elemente einer Horizontalreihe eine kleine Periode erzeugen, innerhalb welcher sich sowohl die chemischen, als auch die physikalischen Eigenschaften stetig ändern. Somit konnte er die Atomgewichte und sonstigen Eigenschaften von Elementen aus der Stellung mit Hilfe der Gruppen- und Reiheneigenschaften bestimmen, die wie ein Koordinatensystem zu Hilfe genommen werden konnten. Ladenburg gibt in seinen „Vorträgen", S. 334 ein diesbezügliches Beispiel an: In den ersten fünf Reihen zeigten sich drei Lücken, die Mendélejeff als Ekabor (Atomgewicht 44), Ekaaluminium (Atomgewicht 68) und Ekasilicium (Atomgewicht 72) bezeichnete; diese drei Elemente sind inzwischen mit den von Mendélejeff prognostizierten Eigenschaften aufgefunden worden. Es ist das von Nilson entdeckte Scandium (Atomgewicht 44), das von Lecoq de Boisbaudran entdeckte Gallium (Atomgewicht 69,8) und das von Winkler entdeckte Germanium (Atomgewicht 72,32).

Wir fügen hier zwei Tabellen an, obwohl es noch andere Wege gibt, die Reihenfolge der Elemente darzustellen und bemerken, daß die Zahl der Elemente in den ersten zwei Horizontalreihen nicht sieben, sondern acht ist und daher jedes neunte und nicht jedes achte Element Ähnlichkeit mit seinem Vorgänger in der Vertikalreihe zeigt, und zwar liegt die Ursache hiervon in der Einordnung der erst vor Kurzem neu entdeckten Elemente. Aus Tabelle II werden wir ferner ersehen, daß es auch möglich ist, nach der einen oder anderen Seite neue Reihen von Elementen in die dritte und die folgenden Reihen, unter die Elemente der ersten und zweiten Reihe zu setzen. Diese beiden Reihen heißen „kurze Perioden", die anderen „lange Perioden". Durch diese Anordnung der Elemente werden denn auch die Analogien deutlicher zum Ausdruck gebracht, als wie wenn „lange" und „kurze" Perioden nicht berücksichtigt sind.

Die Atomgewichte der Elemente nach dem periodischen System geordnet.

Tabelle I.

	H	He	Li	Be	B	C	N	O
	1	4	7	9	11	12	14	16
	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S
	19	20	23	24	27	28	31	32
Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
56	59	58,7	63	65	70	72	75	79
Rh	Ru	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
102	103	106	108	112	114	119	120	127
?	?	?	?	?	Gd	?	?	?
					156			
Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	?
191	193	194	197	200	204	207	208	
VIII	VII	IV	III	II	III	IV	V	VI
bis	bis	bis	bis	und	und	und	bis	bis
II	II	II	I	I	I	I	II	II

Tabelle II.

H	He	Li	Be	B	C	N	O	
1	4	7	9	11	12	14	16	
F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	
19	20	23	24	27	28	31	32	
Cl	A	K	Ca	Se	Ti	V	Cr	Mn
35	40	39	40	44	48	51	52	55
Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	?
80	82	85	87	89	90	94	96	98
J	X	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Prd	Sm
127	128	133	137	142	140	141	144	
				Yb	?	Ta	W	?
				173		182	184	
					Th	?	U	
					232		240	
I	O	I	II	III	IV	V	VI	VII
bis						bis	bis	bis
VII						I	II	II

Vergl. Ramsay, „Moderne Chemie," deutsch v. Dr. Max Huth (Halle a. S. 1905), S. 61 ff.

In diesem Abschnitt haben wir noch zwei Gelehrte namhaft zu machen, welche sich große Verdienste um die Wissenschaft erworben haben.

Michail Iwanowitsch Konowaloff. Geboren 1858 als Bauernsohn in einem Dorfe bei Rybinsk an der Wolga, absolvierte das Gymnasium in Jaroslaw und studierte in Moskau. Er erhielt an derselben Universität zunächst eine Assistentenstelle und später eine Dozentur. Mit seinen Arbeiten: „Die Naphthene, Hexahydrobenzole und deren Derivate“ und „Die nitrierende Einwirkung verdünnter Salpetersäure auf Grenzkohlenwasserstoffe“ erwarb er sich den Magister- und Doktorgrad. 1896 wurde Konowaloff Professor für anorganische Chemie an der Landwirtschaftlichen Akademie Petrowskoje-Rasumowskoje bei Moskau. 1899 ging er an das neue Polytechnikum in Kijew und wurde später stellvertretender Direktor dieses Institutes. 1904 trat der Gelehrte von diesem Posten zurück, um sich wieder ganz seinen Arbeiten im Laboratorium widmen zu können. Am 11./24. Dezember 1906 starb Konowaloff an den Folgen eines Sturzes in einen offenen Kanalisationsgraben der Stadt.

Von seinen wissenschaftlichen Untersuchungen mögen solche über die Zusammensetzung des kaukasischen Erdöls, über unter verschiedenen Bedingungen ausgeführte Nitrierungen verschiedener Klassen organischer Verbindungen, Darstellungsmethoden von Aldehyden und Ketonen, Synthesen von Aluminiumhaloiden und deren Isomerisation, Ähnlichkeiten zwischen Eisensalzen organischer Säuren und Nitroverbindungen.

Veröffentlicht hat er gegen 90 Arbeiten, vornehmlich im „Journal der Russisch-physikalisch-chemischen Gesellschaft“, ferner in den „Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft“ und in den „Comptes rendus“. Im Jahre 1905 gab Konowaloff eine „Praktische Anleitung zu Arbeiten in der anorganischen Chemie“ heraus. (Vergl. „Chemiker-Ztg.“ No. 3, 25.)

Isidor Traube ist am 31. März 1860 zu Hildesheim geboren, er studierte von 1879—82 in Berlin, war Assistent in Heidelberg (1883), dasselbe in Bonn (1884) und wurde zwei Jahre später Leiter eines technisch-chemischen Laboratoriums in Hannover. 1889 habilitierte er sich als Privatdozent und wurde 1897 Dozent für physikalische Chemie an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, wo er als Honorar-Professor heute noch wirkt.

Traube stellte den Grundsatz auf: „Tautomerie ist eine besondere Art von Isomerie, bei der es sich um einen von äußeren Bedingungen sehr beeinflußten Gleichgewichtszustand zweier sehr leicht ineinander umwandelbarer Isomerer handelt“. Hervorragend sind seine Arbeiten über Kapillaritätserscheinungen.

J. Thomson, J. Traube u. a. haben Änderungen in der Gruppe mancher Elemente vorgeschlagen, insbesondere hat die Einordnung chemisch ähnlicher Grundstoffe von nahezu gleichen Atomgewichten viel Zweifel verursacht; trotz alledem hat sich das periodische System der Elemente als aufklärendes, anregendes Hilfsmittel der Forschung in mancher Beziehung bewährt. Crookes hat in seinem Werke: „Die Genesis der Elemente“ (Braunschweig 1888) die Frage aufgeworfen — ähnlich der Proust'schen Hypothese — ob die sogenannten Elemente als einfach oder nicht viel mehr als zusammengesetzt betrachtet werden müssen. Nach ihm sind alle Elemente aus einer Urmaterie „Protyl“ durch allmähliche Kondensation entstanden; diese Meinung stützt sich auf Beobachtungen, die er über die Phosphoreszenzspektren von Yttererde angestellt hat. (Vergl. Meyer, Gesch. der Chemie, S. 334.)

Analytische Chemie.

Im Verlauf der Geschichte haben wir gesehen, daß Forscher wie Boyle, Hoffmann, Marggraf, vor allen anderen aber Scheele und Bergmann wichtige Beobachtungen gemacht haben, auf Grund deren zahlreiche anorganische Stoffe nachgewiesen werden konnten. Bergmann, welcher auf diesem Gebiete wohl am weitesten vorgeschritten war, konnte zum ersten Male eine Anleitung zur qualitativen Analyse auf nassem Wege der Öffentlichkeit übergeben. Diese Methode, mit welcher die Trennung der Substanzen in einzelne Gruppen durch Überführung in unlösliche Verbindungen bezweckt werden sollte, wurde von Berzelius und vor ihm von Lampadius und Göttling bedeutend vervollkommnet. Die diesbezüglichen Arbeiten wurden in dem von Lampadius verfaßten „Handbuch der chemischen Analyse der Mineralien“ (1801) und in der von Göttling herausgegebenen „Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie“ niedergelegt. Diese beiden Werke waren in jener Zeit die besten und verbreitetsten Lehrbücher der Analyse.

Aber auch noch andere Forscher, wie Klaproth, Vauquelin, Stromeyer, die bei der Analyse von Mineralien vielseitige Erfahrungen gemacht hatten, bereicherten die qualitative Untersuchungsmethode mit neuen Anregungen. Wie weit dieses Gebiet in seiner inneren Ausgestaltung zugenommen hatte, bewiesen die Handbücher der analytischen Chemie von C. H. Pfaff und von Heinrich Rose. Anschließend hieran wäre das in zahlreichen Auflagen erschienene bedeutende Werk von R. Fresenius: „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse“ noch ganz besonders zu erwähnen.

Mit der Einführung des Lötrohres durch den Mineralogen Cronstedt hat die qualitative Analyse von Stoffen auf trockenem Wege im 18. Jahrhundert ganz bedeutende Fortschritte gemacht. Die Anwendung dieses wichtigen Instrumentes ist von Berzelius und Hausmann wesentlich verbessert worden und heute noch kann das Lötrohr, trotz Bunsens wichtigen „Flammenreaktionen", als analytisches Hilfsmittel nicht entbehrt werden. Die bedeutendste Neuerung auf dem Gebiete der trockenen qualitativen Analyse bildet die von Kirchhoff und Bunsen begründete Spektralanalyse, wobei hervorzuheben ist, daß vor diesen beiden eben genannten Forschern schon Talbot, Miller, Swan u. a. die Spektra gefärbter Flammen untersucht hatten, ohne jedoch diese Beobachtungen bei der Analyse von Stoffen nutzbringend zu verwerten. Marggraf war der erste, der die verschiedene Färbung der Flamme zur Untersuchung von Kalium- und Natriumsalzen zu benutzen empfohlen hatte, wenngleich auch Scheele dieselbe Beobachtung gemacht hatte.

Der Weg zur gewichtsanalytischen Bestimmung der einzelnen Stoffe wurde zuerst von Bergmann vorgezeichnet, „denn von ihm wurde zuerst das Prinzip ausgesprochen, die zu analysierende Substanz in eine passende Form von bekannter Zusammensetzung überzuführen, und aus dem Gewichte der gefällten oder auf andere Weise gewonnenen Verbindung das des fraglichen Stoffes zu berechnen". (Vergl. Meyer, Gesch. d. Chemie, S. 343.)

Klaproth und Vauquelin hatten einen großen Anteil an der Ausbildung der quantitativen Analyse von Mineralien; während ersterer lehrte, die erhaltenen Niederschläge vor dem Wägen zu glühen, falls sie nicht dabei zersetzt werden, richtete letzterer seine Bestrebungen darauf hin, die Zusammensetzung der Verbindungen richtig zu ermitteln. Ergänzend hierzu möge noch erwähnt werden, daß Richter mit Erfolg bemüht war, die Bestandteile der Salze quantitativ festzustellen und es verstand, aus den Resultaten seiner Analysen die richtigen Schlüsse zu ziehen.

In der Geschichte der Chemie haben wir ferner gefunden, daß Lavoisier einer der ersten war, die den hohen Wert der quantitativen Analyse erkannten; wir wissen, daß er die Zusammensetzung der Sauerstoffverbindungen erforschte und in genialer Weise die von ihm ermittelten Werte der Zusammensetzung des Wassers und der Kohlensäure zur Feststellung der Zusammensetzung organischer Stoffe zu verwerten suchte. Besonders wichtig auf diesem Gebiete waren die analytischen Untersuchungen von Proust, welcher den Satz von den konstanten Proportionen erfaßte und somit die quantitative Analyse wesentlich gefördert

hat. Eine Festigung und Erweiterung der quantitativen Bestimmungen wurde später durch die Stöchiometrie, die ihren sicheren Halt in Daltons Atomtheorie fand, erreicht und dadurch eine Kontrolle der gewonnenen Ergebnisse ermöglicht. Berzelius, welcher durch seine glanzvollen Resultate dieses wichtige Gebiet weiterhin ausbaute, richtete sein Augenmerk auf die Bestimmung der relativen Atomgewichte bezw. Verbindungsgewichte und dieser Forscher war es hauptsächlich, welcher die Grundsätze zur Bestimmung der Atomgewichte der Elemente aufstellte. Wir haben hierüber schon früher eingehend berichtet.

Seit Berzelius waren es vornehmlich Dumas, Erdmann, Marchand, Marignac und Stas, die sich die große Aufgabe stellten, die relativen Atomgewichte als Konstanten der atomistischen Theorie genauestens festzustellen und somit haben auch sie dazu beigetragen, die gewichtsanalytischen Methoden wesentlich zu verbessern und auszubauen.

Die quantitative Gewichtsbestimmung hatte auch in der Mineralogie eine nicht zu unterschätzende Bedeutung gefunden; durch die trefflichen Vorarbeiten von Scheele, Bergmann, Klaproth, Vauquelin, Proust und vor allem von Berzelius wurden so der Mineralogie ganz neue Wege erschlossen.

Wenn wir die Geschichte der quantitativen Analyse in den letzten Dezennien verfolgen, begegnen wir verschiedenen Männern, die sehr viel zur Hebung dieser Wissenschaft beigetragen haben. Zunächst kommen die Brüder Heinrich und Gustav Rose in Betracht.

Die Gebrüder Rose gehören einer alteingesessenen Berliner Bürgerfamilie an, die schon in früheren Generationen hervorragende Chemiker aufzuweisen hatte. Der Großvater dieser beiden Gelehrten war Valentin der ältere (geboren 16. Aug. 1736, gestorben 28. April 1771), er war Apotheker und Assessor des Medizinalkollegiums in Berlin; sein Sohn Valentin der jüngere wurde am 30. Oktober 1762 geboren und starb am 9. August 1807; 1792 übernahm er die väterliche Apotheke und wurde 1797 Assessor des Medizinalkollegiums. Rose zerlegte zuerst alkalihaltige Silikate durch salpetersaure Baryterde, entdeckte das Inulin und das doppeltkohlensaure Natron.

Heinrich Rose, geboren 6. Aug. 1795 in Berlin, widmete sich zunächst der Pharmazie, studierte in Berlin, später 1819—21 bei Berzelius, dann in Kiel und habilitierte sich 1822 in Berlin, wo er ein Jahr darauf außerordentlicher und 1835 ordentlicher Professor der Chemie wurde. Er starb am 27. Januar 1864.

Rose hat speziell die analytische und anorganische Chemie mit hervorragenden Arbeiten bereichert; er ist Begründer der neueren Analyse

und leistete auch Bedeutendes durch Bearbeitung der selten vorkommenden Elemente und ihrer Verbindungen. In seinem zweibändigen Werke „Das Handbuch der analytischen Chemie“ (Braunschweig 1851), dessen letzte Auflage als „Traité complet de chimie analytique“ erschien und in fast alle europäischen Sprachen übersetzt worden ist, hat Rose die Methoden der qualitativen und quantitativen Analyse mit großem Geschick zusammengestellt.

Sein Bruder *Gustav Rose* stand nur in mittelbarer Beziehung zur Chemie; er wurde 28. März 1798 geboren und starb am 15. Juli 1873. Er widmete sich zunächst dem Bergfach, studierte darauf in Berlin, später wie sein Bruder bei Berzelius in Stockholm und wurde 1822 Kustos der mineralogischen Sammlungen der Universität Berlin. Vier Jahre später zum außerordentlichen Professor der Mineralogie ernannt, begleitete er 1829 A. v. Humboldt auf seiner Reise nach Sibirien. 1839 zum ordentlichen Professor ernannt, unternahm er mit Mitscherlich eine Reise nach dem Vesuv, Ätna usw. 1856 wurde Rose zum Direktor des mineralogischen Museums befördert.

Ein Hauptvertreter der analytischen Chemie war lange Zeit

Karl Remigius Fresenius, geboren 28. Dezember 1818 in Frankfurt a. M., widmete sich zunächst der Pharmazie, studierte in Bonn und Gießen Chemie, wurde alsdann Assistent bei Liebig und habilitierte sich 1843 in Gießen als Privatdozent. Zwei Jahre später als Professor der Chemie, Technologie und Physik an das landwirtschaftliche Institut in Wiesbaden berufen, eröffnete er dort 1848 ein Unterrichtslaboratorium, mit welchem er 1862 eine pharmazeutische, 1868 eine agrikulturchemische Lehranstalt in Verbindung brachte. Die beiden letzteren Institute wurden jedoch aufgehoben, dagegen verband Fresenius mit dem Unterrichtslaboratorium, welches sich bedeutend erweiterte und von Chemikern gut frequentiert wurde, ein bakteriologisches Institut. Er starb inmitten seiner Tätigkeit am 11. Juni 1897.

Fresenius war ein großer Analytiker und vortrefflicher Lehrer; in den letzten Jahren beschäftigte er sich hauptsächlich mit der Untersuchung von Mineralsäuren.

Von seinen literarischen Arbeiten erwähnen wir folgende: „Lehrbuch der Chemie für Landwirte“ (Braunschweig 1847), „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse“ (1843, 6. Aufl. 1873—87, 2 Bde.), „Geschichte des chemischen Laboratoriums“ (Wiesbaden 1873).

Ein großes Verdienst hat sich Fresenius durch die Begründung der „Zeitschrift für analytische Chemie“ (1862) erworben, indem er mit diesem

Karl Remigius Fresenius, † am 11. Juni.
Nach einer Photographie von Karl Schwyer in Wiesbaden.

(Eigene Sammlung.)

Journal eine Zentrale für analytische Arbeiten geschaffen hat. Gegenwärtig wird die Zeitschrift von seinen beiden Söhnen Remigius Heinrich und Theodor Wilhelm und seinem Schwiegersohne Ernst Jakob Hintz redigiert. Es würde zu weit führen, wollten wir auf all die Arbeiten eingehen, durch die Männer wie Blomstrand, Bunsen, Fremy, Liebig, Pélouze, Rammelsberg, Scheerer, R. Schneider, Stromeyer, Thomson, Turner, Winkler, Cl. Zimmermann für den weiteren Ausbau der quantitativen analytischen Methoden erfolgreich gewirkt haben.

Ein weiterer Vertreter auf dem Gebiete der analytischen Chemie ist: *Nicolai Alexandrowitsch Menschutkin;* geboren am 24. Oktober 1842 in St. Petersburg, studierte er dort bei Professor Sokoloff, arbeitete später in Deutschland, und zwar in den Laboratorien von Strecker-Kolbe, und ging darauf nach Frankreich. Nach seiner Rückkehr promovierte er in St. Petersburg, wurde 1866 Dozent und 12 Jahre später Professor für analytische Chemie an der Petersburger Universität. Sechsunddreissig Jahre wirkte Menschutkin an dieser und erst in den letzten Jahren widmete er seine Kraft dem von Witte geplanten neuen Polytechnikum bei Petersburg, das dann mit mehr als reichlichen Mitteln erbaut und mit schönen hellen und geräumigen Laboratorien ausgestattet, im Jahre 1902 eröffnet wurde. Auch die Universität hat seit 13 Jahren ein neues reich ausgestattetes Laboratorium, welches nach Plänen und unter der Leitung einer von der Fakultät ernannten Kommission, deren Präsident Menschutkin war, errichtet worden ist. Er starb am 4. Februar 1897. Menschutkin ist durch sein „Lehrbuch der analytischen Chemie", welches 1871 zuerst erschien und seither zehn Auflagen erlebte und durch seine „Vorlesungen über organische Chemie" vorteilhaft bekannt geworden. Auch auf dem Gebiete der Geschichte der Chemie ist dieser Gelehrte tätig gewesen; es möge nur an sein Werk: „Entwickelung chemischer Anschauungen" erinnert sein. Ferner redigierte er 31 Jahre lang das Journal der Petersburger chemischen Gesellschaft und hat außerdem eine große Anzahl Werke — die hauptsächlich das Gebiet der organischen und der analytischen Chemie berühren — geschrieben. (Vergl. Chemiker-Zeitg. Nr. 15, 183.)

Mit der Entwicklung der quantitativen Analyse ist die der Titrimetrie oder die volumetrische (Maß-)Analyse eng verknüpft; letztere ist nicht bestimmt, die Gewichtsanalyse zu verdrängen, sondern zu ergänzen. Den größten Wert besitzt sie wegen der Schnelligkeit der Ausführung für die Technik und für solche Fälle, wo es darauf ankommt, durch zahlreiche Bestimmungen den Gang eines Prozesses beständig zu kontrollieren.

Nach den Versuchen von Descroizille und Vauquelin, die Bestimmung des Wertes chemischer Produkte durch Anwendung dieser Methode zu vollziehen, hat Gay-Lussac die maßanalytische Methode richtig in die Wissenschaft eingeführt und ist somit als der Begründer der Titrimetrie anzuerkennen. In seiner „Instruction sur l'essai des matières par la voie humide" (1833) finden wir die mit größtem Fleiß und Scharfsinn durchdachte Anleitung zur Chlorimetrie (1824), zur Alkalimetrie (1828) und zur Bestimmung des Silbers bezw. Chlors (1832). Allgemein verbreitet und als ebenbürtiger Zweig der analytischen Chemie betrachtet, wurde die Maßanalyse erst nach der Einführung des übermangansauren Kaliums zur Bestimmung des Eisens von Margueritte (1846) und speziell durch die von Bunsen gelehrte Anwendung von Jodlösung und einer entsprechenden Schwefligsäurelösung.

Ein Hauptförderer dieser neuen Richtung ist Friedrich Mohr gewesen.

Friedrich Mohr wurde am 4. November 1806 in Coblenz geboren; nach Absolvierung des Gymnasiums in seiner Vaterstadt bezog er die Universität Bonn, wo er sich dem Studium der Botanik, Physik, Chemie und Mineralogie widmete. Nach Ablauf von drei Semestern kehrte er in seine Vaterstadt zurück, um sich in der Pharmazie praktisch auszubilden.

Zu Beginn des Sommersemesters 1829 setzte Mohr seine Studien in Heidelberg fort, wo er mit dem berühmten Gmelin bekannt wurde. Zwei Jahre später siedelte er nach Berlin über, studierte bei Heinrich Rose und promovierte am 2. November 1832.

Im Jahre 1841 übernahm Mohr die väterliche Apotheke in Coblenz und wurde gleichzeitig zum Medizinalassessor beim rheinischen Medizinalkollegium in Coblenz ernannt. Er wandte sich nunmehr mit neuem Eifer dem Studium und besonders auch literarischer Tätigkeit zu. Im Jahre 1847 erschien das „Lehrbuch der pharmazeutischen Technik" und der „Kommentar zur preußischen Pharmakopoe"; beide erlebten eine ganze Reihe von Auflagen, ein Beweis dafür, daß sich beide Werke in großem Ansehen befanden. Später, im Jahre 1872 begann er nochmals einen Kommentar zur „Pharmacopoea Germanica", welchen er nach zwei Jahren abschloß.

Mohr wandte sich speziell der Maßanalyse zu; Kahlbaum führt über seine diesbezügliche Tätigkeit folgendes aus: „In die Wissenschaft eingeführt durch Gay-Lussac als „eine rein technische Operation, mittels deren die Güte der Pottasche und Soda ermittelt werden sollte", und erweitert durch Margueritte, der zuerst das Chamaeleon minerale, das übermangansaure Kali einführte, durch Robert Bunsen, der Dupasquiers Anwendung

des Jodes sehr ausdehnte, indem er mit sehr verdünnter Jodlösung und schwefliger Säure maß, und noch andere mehr, kommt doch Friedrich Mohr ganz unbestreitbar um die Einführung der Methode, als einer jetzt jedem Chemiker geläufigen, das oberste Verdienst zu. Einmal hat er selbst eine ganze Reihe neuer maßanalytischer Wege zuerst gangbar gemacht, dann verdanken wir seiner Erfindungsgabe und seinem praktischen Blick den ganzen Apparat, mit dem heute titriert wird. Quetschhahn und Glasstabklemme, Nachfüll- und Zuflußbürette, Gestelle und Ablesevorrichtungen, die rationelle Form der Spitze der Bürette, wie des oberen, mit dem Finger abzuschließenden Teiles der Pipette, die Maschine zur genauen Teilung und Kalibrierung der Röhren, die Einführung der Meßkolben, mit einem Worte, alles das, was die Maßanalyse dazu gemacht hat, daß sie bei ungemeiner Zeitersparnis der Genauigkeit und Zuverläßigkeit der Gewichtsanalyse gleichkommt, ist durchaus und ganz Mohrs Verdienst." (Vergl. Kahlbaum, Monographie 8, XLIII.)

Was diese Arbeiten für die Praxis für eine Bedeutung erhielten, davon spricht Hasenclever in seinen Mohr gewidmeten Blättern: „Mitte des vorigen Jahrhunderts beschränkten sich in Sodafabriken die Titrationen auf die Bestimmung des Gehaltes an Natron durch Säure und mögen bei der „Rhenania" in Stolberg täglich 50 Untersuchungen ausgeführt worden sein; heute machen ebendaselbst 16 Laboranten täglich etwa 650 Analysen."

Im Jahre 1855 verfaßte Mohr das „Lehrbuch der chemisch-analytischen Titriermethode", welches 1896 von Classen bearbeitet und somit zum zehnten Male aufgelegt wurde.

Im Herbst 1856 wurde Mohr von der medizinischen Fakultät der Universität Greifswald zum D. med. h. c. ernannt. Am 1. Januar 1857 übertrug er die Apotheke seinem Nachfolger und siedelte zu seinem Schwiegersohn nach Metternich über. Er widmete sich nunmehr ganz den wissenschaftlichen Arbeiten und wandte sein Hauptaugenmerk dem Problem der Gärung zu. Seine diesbezüglichen Studien und Erfahrungen legte er in zwei Schriften nieder: „Der Weinstock und der Wein" (1864 Coblenz) und „Der Weinbau und die Weinbereitungskunde" (ebenda 1865). Mohr wurde am 28. November 1863 zum korrespondierenden Mitglied der Kgl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München ernannt. Im Jahre 1864 habilitierte er sich in Bonn als Privatdozent für Pharmazie, Chemie und Geologie und wurde drei Jahre später zum außerordentlichen Professor befördert.

Vom Jahre 1867 an wandte sich Mohr wieder der Chemie zu und war bestrebt, über die chemische Affinität einen festen Begriff auf-

zustellen. In seiner „Mechanischen Theorie der chemischen Affinität“ sagt er Seite 35: „Bei der Erklärung der Gletscherbildung kam die Erscheinung zur Sprache, daß getrennte, gespaltene Teile des Gletschers nachher wieder zu dichten Massen zusammenbacken, ohne dazwischen geschmolzen zu sein, und dies führte zu der Entdeckung, daß der Gefrierpunkt des Wassers bei starkem Drucke erniedrigt werde.“

Auch seien einige diesbezügliche Stellen seiner „Ansichten über die Natur der Wärme“ (1837 in Liebigs Annalen abgedruckt) hier wiedergegeben, es heißt dort folgendermaßen: „Demnach ist auch der Begriff, durch Druck flüssige Körper in feste zu verwandeln, durchaus nicht unmöglich.“ Auf Seite 44 der genannten Schrift bemerkt Mohr: „Diese Stelle ist von mir vor 30 Jahren geschrieben und enthält, wie ich jetzt sehe, die Grundzüge der mechanischen Theorie der Wärme“ und fährt fort: „Sie (die Arbeit) bezeichnet die Wärme sehr bestimmt als eine Kraft, welche mechanische Wirkungen ausübt, die an den Körpern haftet und in andere übergehen kann; sie macht einen Unterschied zwischen fühlbarer und latenter Wärme, und führt letztere auf Arbeit der Wärme zurück, sie enthält eine Gleichung, und ist soviel ich weiß die erste zwischen Wärme und Atmosphärendruck; sie erklärt die Erwärmung der Gase durch Kompression und umgekehrt aus einem mechanischen Prinzip; sie bezeichnet ganz scharf den Unterschied der Erwärmung bei konstantem Druck und konstantem Volum, sie erklärt die zunehmende spezifische Wärme der Körper nach oben. Es ist dem Datum nach die älteste Arbeit, welche diese Ansichten mit dieser Bestimmtheit ausspricht.“

Fr. Mohr, der erste Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, starb am 5. Oktober 1879.

Von den Forschern, die sich um den Ausbau der Titrirmethode verdient gemacht haben ist noch besonders J. Volhard zu erwähnen:

Jakob Volhard wurde am 4. Juni 1834 zu Darmstadt geboren, studierte und promovierte 1855 in Gießen; er ist seit 1882 Professor an der Universität in Halle. Außer der Schriftleitung „Justus Liebigs Annalen der Chemie“ hat er die chemische Literatur durch wichtige Veröffentlichungen bereichert. Er schuf die maßanalytische Methode der Silberbestimmung durch Rhodanammonium, die vielseitiger Anwendung fähig ist.

Volumetrisch wird auch die Bestimmung der Bestandteile eines Gasgemenges ausgeführt; diese eudiometrische (gasometrische, gasvolumetrische) Analyse beruht auf successiver Anwendung von Absorptionsmitteln, welche gewisse Gase aus dem Gasgemenge absorbieren. Diese systematische

qualitative Analyse solcher Stoffe ist sonderbarer Weise viel später zur Entwicklung gelangt als die quantitative Bestimmung derselben.

Forscher wie Scheele, Priestley, Cavendish, Lavoisier, Dalton, Gay-Lussac, Henry, Saussure u. a. haben einflußreich für die Entwicklung dieser Methode vorgearbeitet, bis Bunsen mit seinen bedeutungsvollen Arbeiten die quantitative Gasanalyse zu einer der exaktesten Bestimmungsmethoden erhoben hat. Besonders wertvoll sind neben der Bunsenschen Methode andere, speziell für die technische Gasanalyse ausgebildete Verfahren, welche gestatten, die Bestimmung der sogenannten „Industriegase" in kurzer Zeit mit einfach konstruierten Apparaten ziemlich genau auszuführen.

Auf dem Gebiete der Entwicklung gasanalytischer Methoden haben wir weiterhin hauptsächlich Cl. Winkler und W. Hempel, ferner Bunte und Orsat hervorzuheben.

Clemens Winkler wurde am 26. Dezember 1838 in Freiberg geboren, studierte daselbst, arbeitete alsdann auf den sächsischen Blaufarbwerken, wurde 1873 zum Professor der Chemie an der Bergakademie in Freiberg i. S. und 1896 zu deren Direktor ernannt.

Winkler erfand ein neues Verfahren zur Fabrikation rauchender Schwefelsäure, entdeckte ferner im Jahre 1886 das Germanium und war speziell im Ausbau der Gasanalyse erfolgreich tätig. Ganz besonders machte er sich durch wesentliche Vereinfachung der Hilfsmittel und Verallgemeinerung der Methoden verdient, und es ist wohl nicht übertrieben, wenn wir behaupten, daß gerade Winkler es war, der die qualitative Gasanalyse zu einer Systematik erhob, indem er durch planmäßige Anwendung von Absorptionsmitteln, mit denen nacheinander die Gase in Berührung gebracht werden, dieselben in verschiedene Gruppen verteilte.

Von seinen literarischen Arbeiten erwähnen wir: „Anleitung zur chemischen Untersuchung der Industriegase" (Freiberg 1876—79), „Die Maßanalyse nach neuem titrimetrischen System" (das. 1883), „Lehrbuch der technischen Gasanalyse" (1884, 1892, 2. Aufl.), „Praktische Übungen in der Maßanalyse" (1888, 2. Aufl. 1897).

Walter Mathias Hempel, geboren am 5. Mai 1851 zu Pulsnitz, promovierte im Jahre 1872 zum Dr. phil. und wirkt seit dem Jahre 1873 als Professor und Direktor des anorganischen Laboratoriums der technischen Hochschule zu Dresden. Im Jahre 1897 wurde ihm die Doktorwürde der medizinischen Fakultät ehrenhalber verliehen. Sein Arbeitsfeld erstreckt sich auf das Gebiet der technischen Analyse; insbesondere hat sich Hempel durch Verbesserung der Hilfsmittel und Einführung der

Gaspipetten verdient gemacht. Er schrieb: „Gasanalytische Methoden“ (Braunschweig 1900).

Hans Bunte ist am 25. Dezember 1848 zu Wunsiedel geboren; er promovierte 1869 zu Erlangen und war seit 1884 Generalsekretär des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. Seit dem Jahre 1887 wirkt er als Professor der chemischen Technologie an der technischen Hochschule zu Karlsruhe. Von seinen Arbeiten registrieren wir vor allem solche über die Theorie leuchtender Flammen. Aber auch in schriftstellerischer Beziehung ist Bunte fruchtbringend hervorgetreten; er ist nicht nur ein rühriger Mitarbeiter des „Enzyklopädischen Handbuches der Technischen Chemie“, sondern auch Verfasser des trefflichen Werkes: „Wissenschaftliche Fortschritte und chemische Technik“ (Karlsruhe 1897).

Nunmehr wollen wir die Entwicklung der Analyse organischer Substanzen kurz betrachten. Die tierischen und pflanzlichen Produkte, welche man als organische Stoffe bezeichnete, enthalten immer Kohlenstoff, meist auch Wasserstoff und Sauerstoff, vielfach auch Stickstoff. Wenngleich schon van Helmont und Boyle beobachtet hatten, daß Weingeist, Wachs usw. beim Verbrennen Wasser bilden, Priestley u. a. wahrnahmen, daß bei den eben erwähnten Prozessen Kohlensäure erzeugt würde und Scheele im Jahre 1777 die Ansicht vertrat, daß diese beiden Produkte, Wasser-Kohlensäure, Verbrennungsprodukte von Ölen seien, so hat auch auf diesem Gebiete wiederum Lavoisier mit seinen scharfsinnigen Schlußfolgerungen besonders fördernd gewirkt. Ihm war es klar geworden, daß die Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff, das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehe; indem er die Rückschlußfolgerung auf die Zusammensetzung der organischen Stoffe machte, war durch die Auffindung der wichtigsten Elemente organischer Verbindungen die erste Stufe der qualitativen organischen Analyse erreicht.

Auch war es Lavoisier, welcher der quantitativen Analyse organischer Stoffe den richtigen Weg wies, indem er die zu analysierende organische Verbindung vollständig verbrannte und alsdann die Produkte (Kohlensäure und Wasser) bestimmte. Da er aber die Werte für die Zusammensetzung der Kohlensäure und des Wassers nicht genau kannte und ganz abgesehen davon, daß die Methode der Verbrennung nicht unerhebliche Fehler aufwies, konnte das Resultat niemals genau ausfallen.

Dalton, Saussure, Thénard bemühten sich, die Zusammensetzung organischer Verbindungen durch Verpuffung ihrer Dämpfe mit Sauerstoff und Analyse der Produkte zu bestimmen; Gay-Lussac dagegen suchte das gleiche durch Verbrennung der organischen Substanzen mit chlorsaurem

Kali zu erhalten. Derselbe Forscher traf später eine Verbesserung, indem er Kupferoxyd als oxydierendes Mittel anwendete.

Berzelius, Liebig, Wöhler, Heß, Erdmann und Marchand haben bedeutend verbesserte Untersuchungsmethoden ausgearbeitet und neuerdings hat Messinger mit Erfolg versucht, den Gehalt organischer Verbindungen an Kohlenstoff auf nassem Wege durch Oxydation mittelst Kaliumpermanganat zu bestimmen. (Vgl. Meyer, Gesch. d. Chemie, S. 352.)

Ferner mögen hier noch Dumas, Will, Varrentrapp, Kjeldahl, R. Otto, Husemann, Dragendorff u. a., die Bestimmungsmethoden des Stickstoffs in organischen Verbindungen schufen, kurz angeführt sein, wir werden später Gelegenheit haben, auf dieselben zurückzukommen.

Zum Schluss dieses Abschnittes sei noch auf die technisch-chemischen Prüfungs- und Untersuchungsmethoden hingewiesen; um einen Begriff davon zu bekommen, welch hohen Grad der Entwicklung dieser spezielle Zweig der analytischen Chemie erreicht hat, genügt es, einen Blick in die neuesten Handbücher der technisch-chemischen Untersuchungsmethoden von Post (Braunschweig) und von Böckmann (Berlin) zu werfen. Die technisch-chemischen Untersuchungsmethoden haben vor allem den Zweck, möglichst genaue Resultate in kürzester Zeit zu geben. Böckmann sagt denn auch in seinem Handbuche (siehe Vorwort): „Da die „Chemisch-technischen Untersuchungsmethoden“ in den Laboratorien der Hochschulen nicht weniger beliebt geworden sind als in den analytischen Arbeitsstätten der Fabriken, Handelslaboratorien und Versuchsstationen, so lag dem Herausgeber die Verpflichtung ob, diesem doppelten Gebrauchszwecke des Werkes tunlichst gerecht zu werden“; er fasst das ganze Wesen der technisch-chemischen Untersuchungen mit folgenden Worten zusammen: „Zeit ist Geld!“ Aber auch die Zahl der Hilfsmittel, vermöge deren man organische Produkte auf ihren Wert prüfen kann, hat sich im Laufe der Zeit erheblich vermehrt. Es sei beispielsweise an die Bestimmung des Zuckers durch Polarisation, an die schnelle Ermittlung des Heizwertes von Brennstoffen, an die Prüfung der Teerfarbstoffe sowie an andere in der chemischen Technik, in der Agrikulturchemie eingeführten Methoden erinnert. Ebenso wichtig wie die chemisch-technischen Untersuchungen ist die Analyse von Nahrungs- und Genußmitteln; gerade in der heutigen Zeit ist dieses Gebiet der analytischen Chemie überaus wichtig und zwar nicht nur für den Chemiker, sondern auch für den Hygieniker und Pharmazeuten. Auch die Universitäten und technischen Hochschulen haben die hohe Bedeutung dieses Zweiges der Analyse anerkannt, indem sie immer mehr für die praktische Unterweisung in den einschlägigen

Methoden Sorge tragen. Die reichhaltige Literatur bietet ein außerordentliches Feld, sich über die von Tag zu Tag sich mehrenden Untersuchungsmethoden zu informieren. Wir wollen an dieser Stelle auf das hervorragende Werk von König: „Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel“ (Berlin 1903) und auf das von C. Flügge verfaßte „Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden“ hinweisen. Zuletzt möge noch bemerkt sein, daß im Jahre 1894 eine reichsgesetzliche Bestimmung erlassen wurde, nach welcher sowohl Laboratorien, in denen Untersuchungen von Nahrungs- und Genußmitteln vorgenommen werden, als auch die Chemiker, die sich mit diesbezüglichen Analysen befassen, durch eine sachgemäße Prüfung kontrolliert werden.

Die physikalische Chemie der neueren Zeit.

Die Chemie ist durch die Einführung physikalischer Methoden, namentlich durch Anwendung des Rechnens, Messens und Wägens erst zur exakten Wissenschaft erhoben worden und auch sonst dürfte der Einfluß, den einige Zweige der Physik auf die Entwicklung chemischer Lehren ausgeübt haben, nicht zu unterschätzen sein. Daß innige Beziehungen zwischen den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Stoffe vorhanden sind, ist schon seit Lavoisier erkannt worden. Außer dem soeben genannten Forscher nennen wir Laplace, Gay-Lussac, Dulong und Petit; im Vorausgegangenen haben wir bereits erfahren, in welcher Weise sich diese Gelehrte um die Entwicklung der physikalischen Chemie verdient gemacht haben, weshalb wir nicht mehr weiter darauf zurückzukommen brauchen.

Das Gebiet des Zusammenhanges zwischen der chemischen Konstitution von Verbindungen und ihrem physikalischen Verhalten hat zuerst Hermann Kopp seit dem Jahre 1840 planmäßig bearbeitet. Aus diesem Grunde allein schon müssen wir etwas bei ihm verweilen.

Hermann Kopp, geboren 30. Oktober 1817 in Hanau, studierte in Heidelberg, arbeitete dann in Liebigs Laboratorium in Gießen, habilitierte sich daselbst im Jahre 1841 als Privatdozent und wurde 1843 zum Professor ernannt. 1864 folgte er einem Ruf nach Heidelberg. Kopp hat sich ausser um die Erforschung der Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften und der Zusammensetzung der Körper besonders um die Geschichte der Chemie Verdienste erworben. Er starb am 20. Februar 1882 in Heidelberg.

Seine historischen Werke: „Geschichte der Chemie“ (4 Bde. 1843—47); „Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit“ (1873); „Beiträge zur Geschichte der Chemie“ ferner: „Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit“ sind hervorragende Werke der Geschichtsforschung unserer Wissenschaft. Außerdem schrieb er mit Buff und Zamminer: „Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie“ (Braunschweig 1857, 2. Aufl. 1863). Mit Liebig gab er seit 1847, mit Will 1857—62 den „Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie“ heraus und redigierte 1851—71 mit Liebig und Wöhler die „Annalen der Chemie und Physik“. Außerdem veröffentlichte er zahlreiche Arbeiten über theoretische Chemie und spezielle Untersuchungen; ferner: „Über die Modifikationen der mittleren Eigenschaft oder über die Eigenschaften von Mischungen“ (Frankfurt a. M. 1841); „Über das spezifische Gewicht der chemischen Verbindungen“ (1841); „Einleitung in die Kristallographie und in die kristallographische Kenntnis der wichtigeren Substanzen“ (Braunschweig 1849).

Eine Sammelstelle erhielten all die Bestrebungen, die physikalische Chemie zu fördern, in den letzten Jahrzehnten durch die von Ostwald 1887 ins Leben gerufene, von ihm und van 't Hoff herausgegebene „Zeitschrift für physikalische Chemie“.

Die erste reife Frucht, die der Chemie ganz besonders zu statten kam, war das Volumgesetz, welches folgendermaßen lautete: „Die Gewichte von gleichen Volumen einfacher wie zusammengesetzter Gase, also ihre Dichten, sind proportional ihren empirisch gefundenen Verbindungsgewichten oder rationellen Vielfachen der letzteren“. (Vgl. Meyer, Gesch. d. Chemie, S. 192.) Dieses Gesetz ist bis zum heutigen Tage, wenngleich dasselbe auch einige Einschränkungen durch Regnault, Amagat, v. d. Waals u. a. erfahren hat, ein wichtiges Hilfsmittel geblieben. Ebenso ist die „Avogadro'sche Regel“: die Erkenntnis von dem innigen Zusammenhange zwischen spezifischen Gewichten der Gase und ihren Molekulargewichten, zur Bestimmung der Molekulargröße vieler chemischer Verbindungen noch heute in Anwendung.

Um diesem Hilfsmittel einen erhöhten Wert zu verleihen, hat man nach Vereinfachung und Verfeinerung dieser Bestimmungsmethode gestrebt und Dumas war es, welcher die Wissenschaft zuerst durch eine sichere Methode der Dampfdichtebestimmung bereichert hat. Einen anderen Weg schlug Gay-Lussac und nach ihm A. W. Hofmann ein, indem sie das von einer abgewogenen Menge des zu untersuchenden Stoffes eingenommene Gasvolum zur Grundlage der Methode machten. In neuerer Zeit haben

V. Meyer, Nilson und Pettersson wichtige Versuche über die Dichte der Verbindungen angestellt, welche bei wechselnden Temperaturen verschiedenartige Zusammensetzung aufwiesen.

Zum Verständnis mögen einige Beispiele angeführt sein: so hat das Aluminiumchlorid bei genügend hoher Temperatur das einfache Molekulargewicht von $AlCl_3$, bei geringerer das doppelte von Al_2Cl_6, dasselbe ist der Fall beim Zinnchlorür ($SnCl_2$ bezw. Sn_2Cl_4) und anderen. Jedenfalls werden wir, da sich in jüngster Zeit neue Hilfsmittel zur Erzielung hoher Temperaturen gefunden haben, auf noch mehr ähnliche Fälle stoßen. H. de St. Claire Deville stellte die Lehre von der Dissoziation (Thermolyse) auf; dieselbe entwickelte sich aus den Beobachtungen über die sogenannten anomalen Dampfdichten, welche sich dem Avogadro'schen Gesetz nicht zu fügen schienen. Die Dissoziation beruht auf der Zerlegung einer chemischen Verbindung durch Wärme, wobei dieselbe derart in Gruppen zerfällt, daß diese sich bei Temperaturerniedrigung wieder zu dem ursprünglichen Körper vereinigen können. Spätere Forscher wie Debray, Cahours, Wurtz, Horstmann, Lambert, A. Neumann, Bodenstein haben auf diesem Gebiete sehr wichtige Untersuchungen vorgenommen.

Aus der Geschichte haben wir erfahren, daß Faraday sich mit der Verflüssigung von Gasen, die man damals für nicht verdichtbar hielt, eingehend beschäftigt hat. Außerdem wiesen R. Pictet und Cailletet, Wroblevsky und Olzevsky nach, daß kein Gas der gemeinsamen Wirkung genügend hohen Druckes und starker Abkühlung widersteht. Auf diese Weise erhielt man den Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, das Ozon in flüssiger und fester Form. Außer den eben erwähnten Forschern haben sich noch andere Gelehrte wie Dewar, Hampson und Weinhold auf diesem Gebiete mit Erfolg betätigt.

Die kinetische Gastheorie ist, nachdem schon in früherer Zeit D. Bernouilli, Herapath, Joule ähnliche Ideen zu Tage gefördert hatten, zuerst von Krönig, dann von Clausius i. J. 1857 und später von Maxwell ausgearbeitet worden; v. d. Waals hat dieselbe alsdann noch erweitert. Nach der mechanischen oder kinetischen Theorie der Gase sind die Moleküle eines Gases in rascher, geradlinig fortschreitender Bewegung begriffen, sie fliegen nach den verschiedensten Richtungen durch den Raum und durchlaufen, indem sie unzähligemale aneinander und an entgegenstehenden Hindernissen wie elastische Bälle zurückprallen, einen vielfach verschlungenen zickzackförmigen Weg.

Bekanntlich haben Bunsen und Kirchhoff die Spektralanalyse, die sich aus ganz unscheinbaren Beobachtungen von Marggraf, Scheele, Herschel

über das Licht der durch Salze gefärbten Flammen entwickelt hat, in die chemische Wissenschaft eingeführt. Dieselbe ist insofern von hoher Bedeutung, als sie für die Entdeckung neuer Elemente überaus dienlich ist. Arbeiten von Maxwell, Balmer, Stoney, Soret, Lecoq de Boisbaudran, Kayser, Runge und Rydberg lassen erkennen, daß man in einzelnen Fällen imstande ist, aus der Lage der Linien analoger Elemente die Atomgewichte dieser zu berechnen. Nach den früheren Arbeiten von Dumas, Herapath, Karsten, Boullay, Ammermüller ist es H. Kopp vorbehalten gewesen, das spezifische Gewicht von Elementen und Verbindungen als besonders wichtige Konstante zuerst in umfassender Form mit der atomistischen Zusammensetzung der untersuchten Stoffe in Zusammenhang zu bringen. Es gelang ihm, durch Feststellung der Atomvolume oder spezifischen Volume der letzteren manche Regelmäßigkeiten aufzufinden, speziell die den Atomen der in Verbindungen fungierenden Elemente zukommenden spezifischen Volume zu ermitteln; damit aber war die Möglichkeit gegeben, das Molekularvolum komplizierter Verbindungen zu berechnen. (Vergl. Kopps treffliche Untersuchungen, Ann. Chem. 41, 79; ferner 96, 153 und 303: Kopps letzte Arbeit behandelt die Molekularvolume von Flüssigkeiten, Ann. Chem. 250, 1 ff. Hier ist Lothar Meyers Versuch, die Beziehungen der Atomvolume zu den Atomgewichten und den Perioden der Elemente graphisch darzustellen, anzufügen. Vergl. ferner: Meyer, Gesch. d. Chemie, S. 444.) Arbeiten, die ähnliche Ziele anstreben, wurden von Thorpe, Lossen, Staedel, R. Schiff ausgeführt.

Zweifellos gehören zu den wichtigsten Errungenschaften der physikalischen Chemie die Arbeiten über die spezifische Wärme von Elementen sowie Verbindungen. Neumann erweiterte den Dulong-Petit'schen Satz von der annähernden Gleichheit der Atomwärmen starrer Elemente. Regnault, Kopp, Weber und andere lieferten den Beweis, daß die spezifische Wärme mit der Temperatur, bei der sie bestimmt wird, veränderlich ist. Außerdem arbeiteten auf diesem Gebiete Kundt, Warburg, Ramsay und andere; dieselben haben durch ihre Arbeiten nachgewiesen, daß das Molekül von elementaren Gasen und Dämpfen mit dem Atom identisch ist.

Was das optische Verhalten fester und flüssiger Stoffe betrifft, so arbeiteten Becquerel, Cahours, Deville über die Lichtbrechung und ihren Zusammenhang mit der Konstitution, insbesondere organischer Verbindungen, während Gladstone, Dale, Landolt, Brühl, Kanonnikoff durch weitere ausgezeichnete Untersuchungen dazu beitrugen, das Problem der Wissenschaft zugänglich zu machen.

Ganz besonderes Interesse hat bei den Chemikern die Zirkularpolarisation erregt, die man in nahe Beziehung zur chemischen Konstitution der betreffenden Stoffe zu bringen versucht hat, und zwar waren es Pasteurs Arbeiten über die optisch aktiven Weinsäuren und über die daraus hervorgehende Traubensäure, durch welche die Beziehungen der optischen Aktivität zur Kristallform aufgefunden und die Auffindung solcher zur chemischen Zusammensetzung angebahnt wurde.

Graham hat mit seinen Untersuchungen einen wichtigen Anstoß zur Erforschung der Flüssigkeitsreibung und Diffusion gegeben, wobei sich Beziehungen zwischen diesen Erscheinungen und der chemischen Zusammensetzung ergaben. Von den Arbeiten über osmotische Vorgänge — für die Physiologie bedeutungsvolle Erscheinungen — mögen die diesbezüglichen Untersuchungen von Ad. Fick, Jolly, C. Ludwig, Pfeffer und Brücke hier besonders hervorgehoben sein.

Van 't Hoff, Arrhenius, Ostwald, Fr. Kohlrausch, Nernst, Planck haben sich mit der Frage nach dem Wesen der Lösungen beschäftigt. Man kam allgemein zu der Ansicht, daß in ganz verdünnten Lösungen die Stoffe einen Zustand annehmen, der dem der Gase ähnlich ist.

Beckmann gebührt das Verdienst, das Verfahren der Molekulargewichtsbestimmung für alle Fälle anwendbar gemacht zu haben.

Ernst Otto Beckmann ist am 4. Juli 1853 in Solingen geboren; er studierte in Wiesbaden, Leipzig, Straßburg und promovierte 1878 in Leipzig. Er war von 1879—82 Assistent am chemisch-pharmazeutischen Laboratorium der technischen Hochschule zu Braunschweig, 1882 Privatdozent für Chemie und Pharmazie; 1890 zum Professor extr. ernannt, bekleidete Beckmann von 1891—92 den Direktorposten des physikalisch-chemischen Institutes der Universität Gießen. Alsdann folgte er einem Rufe als ordentlicher Professor und Direktor des Laboratoriums für angewandte Chemie, sowie der Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel der Universität Erlangen. Beckmann siedelte 1897 wiederum nach Leipzig über und wirkt seit 1902 als ordentlicher Professor und als Direktor des Institutes für angewandte und pharmazeutische Chemie.

Außer diesem Forscher sind nach Raoult, welcher als erster auf die Bedeutung diesbezüglicher Gesetzmäßigkeiten für die Bestimmung des Molekulargewichts gelöster Stoffe hingewiesen hat, Auwers, Eykmann und andere auf dem Gebiete der praktischen Ausgestaltung und wissenschaftlichen Prüfung solcher Methoden erfolgreich tätig gewesen. Die Elektrochemie ist seit Faradays Forschungen durch die Bearbeitung des Problems der elektrischen Dissoziation durch Männer wie Hittorf,

G. Wiedemann, Fr. Kohlrausch, Nernst, W. Ostwald in hervorragender Weise gefördert worden; aus diesen Arbeiten hat nicht nur die theoretische, sondern auch die technische Elektrochemie großen Nutzen gezogen. Von ganz besonderer Wichtigkeit sind in dieser Richtung die hauptsächlich von Nernst gemachten Versuche gewesen, die Entstehung elektrischer Energie durch chemischen Umsatz klar zu stellen. Umgekehrt, chemischen Umsatz durch Zufuhr von elektrischer Energie herbeizuführen, waren die Bestrebungen von Le Blanc. Die Elektrolyse speziell ist in jüngster Zeit von Elbs, Gattermann, Haber, Löb, E. Müller, J. Tafel erforscht worden, während R. Lorenz sich hauptsächlich mit der Theorie schmelzflüssiger Elektrolyte befaßt hat.

Es machte sich von nun an immer mehr die Notwendigkeit geltend, wollte man nicht zu einseitigen Anschauungen gelangen, sich bei wissenschaftlichen Forschungen physikalisch-chemischer Methoden zu bedienen. Dieselben waren geradezu unerläßlich beispielsweise bei der Bestimmung der Molekulargewichte von Elementen und Verbindungen. So ist auf Grund der Dampfdichtebestimmung die Sättigungskapazität des Wolframs, des Vanadiums, des Berylliums, des Thoriums, des Germaniums u. a. festgestellt worden, ferner erinnere ich an die Ermittlung der Molekulargröße von Ozon und an die mittelst der Gasdichtebestimmung gewonnene Kenntnis von den Dissoziationserscheinungen bei Verbindungen und Elementen, wie z. B. bei dem Jod usw.

Meyer sagt in seiner „Geschichte der Chemie", S. 336 mit Recht: „Welche Fülle von Arbeit auf dem Gebiete der Spektralanalyse, dem der Thermochemie, der Elektrochemie, der Verwandschaftslehre, ferner durch Untersuchung des Zusammenhangs zwischen optischen Eigenschaften und chemischer Konstitution, in neuester Zeit durch Erforschung der Radioaktivität, entfaltet worden ist, ..."

Gelehrte wie Ostwald, van 't Hoff, Willard Gibbs, Horstmann, Nernst, Roozeboom, Hittorf, Arrhenius, Borchers, van der Waal u. a. haben auf diese Weise überaus fruchtbringend gewirkt.

Wilhelm Ostwald, geboren am 2. September 1854 in Riga, studierte von 1872 an in Dorpat, wurde 1875 Assistent am physikalischen Institut dortselbst, habilitierte sich als Privatdozent und erhielt 1881 die Professur am Polytechnikum in Riga. Sechs Jahre später erhielt er einen Ruf als Professor für physikalische Chemie an der Universität Leipzig, in welcher Stellung er mit großen Erfolgen wirkte. 1906 trat Ostwald in den Ruhestand.

Seine hervorragenden Experimentaluntersuchungen haben die physikalische oder allgemeine Chemie erheblich bereichert; sie beziehen sich fast ohne Ausnahme auf Probleme der chemischen Verwandtschaft. Besonders wichtig sind seine Forschungen über die elektrische Leitfähigkeit der organischen Säuren, über den Parallelismus zwischen jener Größe und der chemischen Reaktionsfähigkeit, über die Farbe der Jonen, über den Sitz der galvanischen Potentialdifferenzen. Sein großes „Lehrbuch der allgemeinen Chemie“ (2 Bde., 2. Aufl. 1881, Leipzig), sowie sein „Grundriß der allgemeinen Chemie“ (2. Aufl. das. 1890) haben allgemeine Anerkennung gefunden. Sehr verdienstlich ist die von Ostwald unternommene Sammlung älterer Originalarbeiten „Klassiker der exakten Wissenschaften“. Von seinen weiteren Werken heben wir hervor: „Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen“, ferner: „Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre“ (1896); seine „Grundlinien der anorganischen Chemie“ (1900); Grundlagen der analytischen Chemie“. Seit 1887 gibt er mit van 't Hoff die „Zeitschrift für die physikalische Chemie“ heraus.

Jacobus Henricus van 't Hoff, am 30. August 1852 in Rotterdam geboren, studierte von 1869 an auf der technischen Hochschule zu Delft Technologie; nach Bestehen seines Fachexamens (1871) bezog er die Universität Leyden, um sich dort nur rein wissenschaftlichen Studien zu widmen und sich ferner für das Kandidatenexamen vorzubereiten. Nachdem van't Hoff letzteres mit Erfolg bestanden hatte, ging er nach Bonn und Paris, wo er in den Laboratorien von A. Kekulé und A. Wurtz arbeitete. Mit seiner Dissertation: „Beitrag zur Kenntnis der Cyanessigsäure und Malonsäure“ wurde er von der Universität zu Utrecht im Jahre 1874 zum Doktor promoviert. In diesem Jahre veröffentlichte Kekulé denn auch eine weitere hervorragende Arbeit van 't Hoffs zunächst in holländischer Sprache über seine stereochemische Theorie vom asymmetrischen Kohlenstoffatom, 1875 dieselbe in französischer Sprache unter dem Titel: „La chimie dans l'Espace“. Diese Schrift wurde später unter der Ägide von Johannes Wislicenus von Herrmann mit dem Titel: „Die Lagerung der Atome im Raume“ deutsch herausgegeben. Mit dieser Arbeit, mit der er die Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen begründete, hat van 't Hoff zweifellos bahnbrechend gewirkt. Im Jahre 1876 erhielt er einen Ruf als Dozent an die Tierarzneischule in Utrecht; ein Jahr darauf wurde er Lektor und 1878 zum Professor der Chemie, Mineralogie und Geologie an der Universität Amsterdam ernannt. Hier wirkte er mit großem Erfolge bis 1895, um im kommenden Jahre als Mitglied der Kgl. Preuß. Akademie

der Wissenschaften und Professor an der Berliner Alma mater nach Charlottenburg überzusiedeln.

van 't Hoff ist nicht nur ein hervorragender Forscher und anregender Lehrer, sondern auch ein schöpferischer Schriftsteller. Außer den schon oben angeführten Abhandlungen sind von gleich hoher Bedeutung seine „Ansichten über organische Chemie", in welchen er den allgemeinen Zusammenhang zwischen Konstitution und chemischen Eigenschaften der organischen Stoffe nachzuforschen beginnt und worin bereits das quantitative Problem auftaucht: „Was wird unter bestimmten Umständen nach bestimmter Zeit die Folge des Zusammenbringens einer Verbindung mit bestimmten Mengen anderer, ebenfalls der chemischen Natur nach bekannten Verbindungen sein?" (Vergl. Ostwald, „Klassiker", Nr. 110, 87.) Die Bearbeitung dieser Frage ist mit dem ganzen Rüstzeug der Experimentalkunst, mathematischen Analyse und Thermodynamik ausgeführt. Ferner hat van 't Hoff seine „Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie" (Braunschweig 1898—1900) in 3 Teilen veröffentlicht und nicht zuletzt ist van 't Hoff in Gemeinschaft mit W. Ostwald Herausgeber der „Zeitschrift für physikalische Chemie".

Hendrik Willem Bakhuis Roozeboom ist am 24. Oktober 1854 in Alkmaar geboren, studierte in Leyden und wurde dort Assistent-Lektor der physikalischen Chemie. Er starb am 8. Februar 1907. Seine ersten Arbeiten, die von einer experimentellen Sicherheit Zeugnis geben, behandelten die Gashydrate, das Schwefeldioxyd. Aber der wesentliche Stempel wurde, wie J. H. van 't Hoff in seinem Nachrufe (vergl. „Chemiker-Zeitg." Nr. 16, 199) sagt, Roozebooms Lebensarbeit erst aufgeprägt, als van der Waals seine Aufmerksamkeit auf die berühmte Arbeit von Willard Gibbs mit der darin enthaltenen Phasenregel lenkte. Von dem Moment an wurde die ganze Chemie durch Roozeboom von diesem Standpunkt aus betrachtet. 1896 übernahm dieser Gelehrte die anorganische Abteilung in dem von van 't Hoff erbauten Amsterdamer Laboratorium und somit kam von dort aus eine stattliche Reihe der besten Arbeiten, deren Zusammenfassung in einem grundlegenden Werke festgelegt werden sollte und dessen dritten Teil Roozeboom eben anzufangen im Begriffe war.

Hermann Walther Nernst ist am 25. Juni 1864 zu Briesen (Westpr.) geboren; er studierte in Zürich, Berlin, Graz, Würzburg und promovierte im Jahre 1887. Im gleichen Jahre wurde er Assistent am chemischen Laboratorium von Ostwald in Leipzig, habilitierte sich 1889 dortselbst als Privatdozent für physikalische Chemie und wurde 1891 außerordentlicher, 1894 ordentlicher Professor in Göttingen, woselbst er 1895 das

Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie einrichtete und heute noch leitet. Nernst ist einer von den bereits wiederholt genannten Gelehrten, welche auf physikalisch-chemischem Gebiete nicht nur den Grundstein zur weiteren Entwicklung gelegt haben, sondern auch ihre ganze Kraft diesem Gebiet mit großem Erfolg zur Verfügung stellten.

Von seinen selbständigen literarischen Arbeiten nennen wir: „Theoretische Chemie vom Standpunkt der Avogadro'schen Regel und die Thermodynamik" (3. Aufl. 1900), „Einführung in die mathematische Behandlung der Natur", kurzgefaßtes Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung mit besonderer Berücksichtigung der Chemie, herausgeg. mit A. Schönfließ (2. Aufl. 1901, München).

Hans Jahn, geboren am 4. Juli 1853 zu Küstrin, studierte in Berlin und Heidelberg und promovierte an letzterer Universität 1875; er lebte alsdann einige Jahre in Athen als Professor der Chemie, habilitierte sich als Privatdozent an den Universitäten Wien und Graz und wurde, nachdem er schon im Jahre 1889 nach Berlin übergesiedelt war, 1896 außerordentlicher Professor an der Universität und 1898 Abteilungsvorstand an dem damals von Landolt geleiteten II. chemischen Universitäts-Laboratorium. Jahn ist am 7. August 1906 an den Folgen einer Blinddarmentzündung gestorben.

Von seinen Arbeiten, die vornehmlich das Gebiet der physikalischen Chemie berühren, mögen solche über das elektromagnetische Drehungsvermögen von Lösungen, Dielektrizitätskonstanten, Überführungszahlen, Gefrierpunkterniedrigungen, über die thermischen Begleiterscheinungen der Elektrolyse und Polarisation und besonders über die latente Wärme umkehrbarer galvanischer Elemente.

Von seinen schriftstellerischen Leistungen wäre sein großes „Lehrbuch der Elektrochemie", welches 1905 in zweiter Auflage erschienen ist, rühmlichst hervorzuheben.

Svante August Arrhenius ist geboren am 19. Februar 1859 auf Schloss Wijk bei Upsala und studierte 1876—81 in Upsala, 1881—84 in Stockholm und promovierte dort im gleichen Jahre. Als Stipendiat besuchte er das Polytechnikum in Riga, die Universitäten Würzburg, Graz, Amsterdam und Leipzig. 1884 habilitierte er sich als Privatdozent für physikalische Chemie an der Universität Upsala, wurde 1891 Lehrer der Physik an der Hochschule zu Stockholm, 1895 zum ordentlichen Professor der Physik ernannt, ist er seit dem Jahre 1897 auch Rektor der Hochschule.

In seiner Inauguraldissertation „Sur la conductibilité galvanique des électrolytes" (Stockholm 1884) suchte er die hauptsächlichsten chemischen

Eigenschaften der Elektrolyte aus ihrer Leitfähigkeit zu berechnen. Diese theoretischen Ausführungen wurden unter dem Einfluß von van 't Hoffs Entdeckungen 1887 bedeutend ergänzt und in der Abhandlung über die Dissoziation der in Wasser gelösten Stoffe wurde die soeben besprochene Theorie der elektrolytischen Dissoziation begründet, nach der die Salze, Basen und Säuren in wässeriger Lösung mehr oder weniger in Jonen zerfallen sind.

Arrhenius arbeitete ferner über die galvanische Leitung der Flammengase, den Einfluß der Lichtstrahlen und des elektrischen Stromes auf verdünnte Luft und den Einfluß des Sonnenlichtes auf die elektrischen Erscheinungen in der Erdatmosphäre.

Wilhelm Borchers wurde am 6. Oktober 1856 zu Goslar a. H. geboren; er studierte in Greifswald, Erlangen und München. Im Jahre 1878 machte er zu Erlangen sein Doktorexamen. Von 1887—91 war er Betriebsleiter der chemischen Fabrik E. de Haën, Hannover. Von 1891—92 besuchte er die Bergakademie in Clausthal und von 1892—97 wirkte Borchers als Lehrer für Chemie und Metallurgie an der Hüttenschule zu Duisburg. 1897 wurde er Dozent und zwei Jahre später Professor der Metallhüttenkunde und Elektrometallurgie an der technischen Hochschule zu Aachen.

Dieser Gelehrte hat sich ebenfalls auf elektrochemischem Gebiete erfolgreich betätigt; von seinen literarischen selbständigen Arbeiten mögen folgende hier angefügt sein:

„Elektrometallurgie" (2. Aufl., Braunschweig), „Hüttenwesen" (mit Dr. Wüst, Leipzig 1899). Borchers ist ferner Gründer der „Zeitschrift für Elektrochemie", die er mit Nernst von 1894—1900 redigierte und deren Mitarbeiter er auch heute noch ist.

Johann Wilhelm Hittorf wurde am 27. März 1824 in Bonn geboren; er studierte in seiner Vaterstadt und in Berlin. Nach seiner Habilitation als Privatdozent an der Akademie in Münster wurde er 1852 zum Professor der Chemie und Physik ernannt, in welcher Eigenschaft er bis heute an dieser Hochschule, nunmehr Universität, wirkt. Er ist Ehrenpräsident der deutschen elektrochemischen Gesellschaft und mit dem Orden pour le mérite ausgezeichnet.

Hittorf arbeitete über die Allotropie des Selens und Phosphors und stellte 1865 gemeinsam mit Plücker fest, daß die gleichen Stoffe bisweilen verschiedene Spektra aufweisen können. Im Jahre 1869 untersuchte er den Durchgang der Elektrizität durch sehr stark verdünnte Gase und fand viele jener merkwürdigen Erscheinungen, die 1879 durch Crookes

unter der Bezeichnung „Strahlende Materie“ bekannt wurden. Seine bedeutendsten Arbeiten sind auf dem Gebiete der Elektrolyse zu finden; er entdeckte die fundamentalen Erscheinungen der „Überführung“ oder „Jonenwanderung“ und erkannte, daß elektrische Leitfähigkeit in engem Zusammenhang mit der chemischen Wirksamkeit steht.

Hittorf hat seine literarischen Beiträge hauptsächlich in der „Zeitschrift für anorganische Chemie“ von Lorenz und in der „Zeitschrift für physikalische Chemie“ von Ostwald veröffentlicht.

Josiah Willard Gibbs ist geboren am 11. Februar 1839 in New Haven, seit 1871 Professor daselbst und am 28. April 1903 gestorben; obwohl mehr Physiker als Chemiker hat er doch durch seine thermodynamischen Arbeiten auf die Lehre vom chemischen Gleichgewicht, überhaupt auf die von der chemischen Verwandtschaft den größten Einfluß ausgeübt. Sein bedeutendstes Werk sind seine „Thermodynamische Studien“, die von Ostwald in deutscher Sprache (Leipzig 1892) herausgegeben worden sind.

Die Thermochemie, die Lehre von den bei den chemischen Vorgängen herrschenden Wärmeverhältnissen, wurde erst seit der exakten Messung der mit chemischen Vorgängen verbundenen Wärmeströmungen begründet, nachdem sich schon frühere Forscher wie Laplace, Lavoisier, Davy, Rumford für dieselbe bemüht hatten. Sodann haben Favre und Silbermann das Kalorimeter wesentlich verbessert und ausgezeichnete Untersuchungen gemacht. Als erster Chemiker auf diesem Gebiete wäre Heß zu nennen.

G. H. Heß, der Petersburger Chemiker, war der eigentliche Begründer der Thermochemie, indem er im Jahre 1840 auf Grund zahlreicher Beobachtungen das außerordentlich wichtige Prinzip von der Konstanz der Wärmesummen und damit eine Anwendung des ersten Satzes der mechanischen Wärmetheorie auf chemische Vorgänge lehrte, bevor diese Theorie selbst aufgestellt war. Somit hat Heß den Weg geebnet, die Wärmeentwicklung auch bei den zahlreichen chemischen Vorgängen zu bestimmen, die nicht unmittelbar kalorisch messbar sind. Ostwald spricht sich in seinem „Lehrbuch der allgemeinen Chemie“ Bd. II, S. 12 über dfe Leistungen Heß' folgendermaßen aus: „Es wiederholt sich an ihm das Schicksal J. B. Richters, dessen Bedeutung für die Stöchiometrie lange Zeit übersehen wurde. Heß selbst hat demselben seinerzeit (Journ. pr. Chemie 24, 420) die gebührende Stelle angewiesen, indem er die durch Berzelius verschuldete Verwechslung Richters mit Wenzel richtigstellte: „Jetzt ist es wiederum nötig, daß demjenigen, der einem falsch beurteilten und ungenügend gekannten Forscher verspätete Gerechtigkeit hat widerfahren lassen, derselbe Liebesdienst erwiesen werde.“

Ferner waren auf diesem Gebiete Thomsen, Berthelot, Stohmann, Moissan u. a. mit Erfolg tätig.

Thomsen brachte die mechanische Wärmetheorie zuerst in praktische Anwendung auf thermochemische Prozesse.

Julius Thomsen, geb. am 16. Februar 1826 in Kopenhagen, wurde Dozent der Chemie an der polytechnischen Lehranstalt dortselbst und lehrte Physik an der militärischen Hochschule. 1866 erhielt er die Professur für Chemie an der Universität und wurde 1883 zum Direktor der technischen Lehranstalt in Kopenhagen ernannt. Seit 1852 hat er es sich zur Aufgabe gemacht, den Auf- und Ausbau der Thermochemie zu konstruieren, insbesondere die wichtigsten chemischen Vorgänge wie Salzbildung, Oxydation, Reduktion, Verbrennung organischer Stoffe thermochemisch zu durchforschen. Im Jahre 1853 gründete er die Kryolithindustrie und wurde 1865 Direktor der Kryolithminen- und Handelsgesellschaft in Kopenhagen.

In einem vierbändigen Werke: „Thermochemische Untersuchungen“ (1882—86) hat Thomsen seine umfassenden Versuche zusammengetragen.

Berthelot hat seit 1879 der Thermochemie große Beobachtungen zugeführt.

Marcellin Berthelot, geboren am 25. Oktober 1827 als der Sohn des praktischen Arztes Dr. Jacques Martin Berthelot in Paris, widmete sich den Naturwissenschaften, wurde 1851 Assistent Balards am Collège de France, 1854 promovierte er zum Dr. ès-sciences, 1860 Professor an der „Ecole de pharmacie“, 1865 am „Collège de France“; 1869 wurde er auf Grund der Empfehlung Justus v. Liebigs Mitglied der bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1876 Generalinspektor des höheren Unterrichtswesens, 1881 Mitglied des Staatsrats, 1886—1887 Unterrichtsminister, 1889 Secrétaire perpétuel der Akademie und 1895—1896 Minister des Äußeren.

Im Jahre 1894 wurde er gemeinsam mit Beilstein und Mendelejeff, sowie mit Friedel von der „Deutschen Chemischen Gesellschaft“ zum Ehrenmitgliede erwählt; all die soeben genannten sind uns durch den Tod entrissen. Berthelot wurde 1899 als Mitglied in die Berliner Akademie der Wissenschaften gewählt und zwei Jahre später wurde dieser Gelehrte in die Zahl der „Unsterblichen“ der französischen Akademie aufgenommen. Am 18. März 1907 ist Berthelot wenige Minuten nach dem Tode seiner Gattin infolge eines Herzschlages gestorben.

Es würde zu weit führen, wollten wir uns ausführlich mit den Arbeiten dieses großen Mannes näher befassen; es sei auf die treffliche

Lebensskizze, von P. Walden-Riga in der „Chemiker-Zeitung“ Nr. 29, 367 verfaßt, hingewiesen. Berthelot betätigte sich in der anorganischen und analytischen, in der organischen und physikalischen Chemie. Er selbst sagte: „Es gibt wenige Anwendungen der Chemie auf andere Wissenschaften, denen ich fremd geblieben bin.“ In den nachstehenden Zeilen sollen seine bedeutendsten Arbeiten in großen Zügen angeführt werden.

Berthelot hat sich zuerst durch seine Untersuchungen: „Sur les combinaisons de la glycérine avec les acides“ bekannt gemacht; später arbeitete er über die Synthese organischer Körper, d. h. deren Darstellung aus ihren näheren Bestandteilen; die Resultate hat er in seinem umfangreichen Werke: „Chimie organique fondée sur la synthèse“ (1860) niedergelegt. Später wandte er sich den Explosivstoffen und der Thermochemie zu, Arbeiten, welche in seinem zweibändigen Werke: „Mécanique chimique fondée sur la thermochimie“ (1879) zusammengefaßt sind. Außerdem haben wir von seinen schriftstellerischen Arbeiten noch zu nennen: „Leçons sur les méthodes générales de synthèse“ (1864); „Leçons de chimie sur l'isomerie“ (1865); „Traitè élémentaire de chimie organique“ (1872, 3. Aufl. 1886, 2 Bde.); „Sur la force de la poudre et des matières explosives“ (1872, 3. Aufl. 1883, 2 Bde.); „Verification de l'aréomètre de Baumé“ (1873); „La synthèse chimique“ (1875, deutsch 1877); „Essai de mécanique, fondée sur la thermochimie“ (1885); „La révolution chimique. Lavoisier“ (1890); „Histoire des sciences. La Chimie au moyen age“ (1893, 3 Bde.) und zuletzt die „Collection des anciens alchimistes grecs“ (1888, 4 Bde.). Mit Recht sagt Walden in seiner schon oben erwähnten Abhandlung („Chemiker-Zeitung“ 29, 373): „Berthelot ist der letzte Repräsentant jener klassischen Periode der Chemie in Frankreich, wo Chemie und Physik in einer Person vertreten und wo die Chemiker Encyklopädisten waren: auf den Schultern eines Lavoisier, Bertholet, Gay-Lussac, Regnault stehend hat er sein eigenes großes Werk geschaffen. Sein Lebenswerk ist so groß an Umfang, Mannigfaltigkeit und Selbständigkeit, daß wir ihn den Heroen der Wissenschaft zuzählen müssen.“ Seine großen Verdienste um die Wissenschaft, das Gemeinwohl hat das französische Volk dadurch anerkannt, indem dasselbe die sterbliche Hülle im Pantheon neben den Größten seiner Nation beisetzen ließ.

Vor allem aber verdient Stohmann eine besondere Hervorhebung; gerade er hat in Verbindung mit seinen Schülern sehr viel zur Verfeinerung der kalorimetrischen Methoden beigetragen.

Friedrich Karl Adolf Stohmann wurde am 25. April 1832 in Bremen geboren und starb im Jahre 1897. Seine Studien absolvierte er

in Göttingen und London; 1853—55 war er Assistent bei Graham, arbeitete dann in Fabriken und widmete sich der Agrikulturchemie. Stohmann wurde Assistent Hennebergs in Celle, gründete 1862 die landwirtschaftliche Versuchsstation in Braunschweig und wurde 1865 nach Halle und 1871 nach Leipzig berufen, wo er die Leitung des landwirtschaftlich-physiologischen Instituts übernahm.

Mit Henneberg arbeitete Stohmann über die Ernährung der Tiere und machte außerdem noch andere agrikulturchemische, hauptsächlich kalorimetrische Untersuchungen.

Auf letztgenanntem Gebiete ging Stohmann sowohl als auch Thomsen darauf aus, Beziehungen zu entdecken zwischen den thermochemischen Werten, die — auf Molekulargewichte der reagierenden Stoffe berechnet, — als Molekularwärmen bezeichnet werden, und zwischen der chemischen Konstitution derselben Stoffe. (Vergl. Meyer, Geschichte der Chemie, S. 459.)

Von seinen Schriften erwähnen wir: „Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer“ (1860 und 1864, 2 Bde.); „Biologische Studien“ (1873); „Handbuch der technischen Chemie“ (1872—74, 2 Bde.); „Encyklopädisches Handbuch der technischen Chemie“ (1886 ff., 8 Bde.); „Handbuch der Zuckerfabrikation“ (1878, 1. Aufl. 1893); „Die Stärkefabrikation“ (1878).

Henry Moissan wurde am 28. September 1852 in Paris geboren und starb am 21. Februar 1907 an den Folgen einer Operation in seiner Vaterstadt. Nach seiner akademischen Ausbildung legte er 1874 gemeinsam mit P. P. Dehérain die erste Arbeit, „Über die Respiration der Pflanzen“, der Akademie der Wissenschaften vor; mit dieser Schrift zeigte er, wie die Aufnahme und die Abgabe von Kohlendioxyd und von Sauerstoff von der Belichtung abhängig sind, in welcher Weise der Verbrauch und die Bildung von Sauerstoff überwiegen.

Dann trat eine 5 Jahre lange Pause in Moissans schriftstellerischer Tätigkeit ein. Von 1879 an haben wir Arbeiten aus der Feder Moissans erhalten, die sich fast alle auf das Gebiet der anorganischen Experimentalchemie erstrecken. Zunächst beschrieb Moissan 1879 Amalgame des Chroms, des Eisens, des Kobalts uud des Nickels, ferner machte uns dieser Gelehrte mit einer neuen Methode zur Darstellung des Chroms bekannt. Ihm gelang zuerst die Isolierung des Fluors, indem er dasselbe durch Elektrolyse der Flusssäure darstellte. Diese Untersuchungen gehören zu den bedeutendsten, welche die anorganische Chemie in letzter Zeit aufzuweisen hat. Ferner gewann Moissan das Phosphoroxyfluorid und

entdeckte die höchst sonderbaren Wasserstoffverbindungen der Alkalimetalle die „Hydride“. Die Beschäftigung mit der chemischen Natur der Eisencarbide veranlaßte ihn, den elektrischen Ofen zu erbauen, welcher heute in der Chemie der Carbide eine ganz hervorragende Rolle spielt. Prof. Dr. F. W. Küster sagt in seiner Biographie (vgl. „Chemiker Zeitung“ Nr. 98, S. 1220):

„Moissans Arbeitsgebiet ist fast ausschließlich das der anorganischen Experimentalchemie. Er pflegte diese Wissenschaft emsig auch zu einer Zeit, während welcher in Deutschland der staunenerregende Aufschwung der organischen Chemie die Forscher in dem Maße angezogen hatte, daß alle Universitätsprofessuren und damit alle Hilfsmittel wissenschaftlicher Forschung ausschließlich von Organikern verwaltet waren. Hervorragendes experimentelles Geschick und unermüdlicher Fleiß ließen ihn auch die größten Schwierigkeiten, die sich seinen Plänen in den Weg stellten, glücklich überwinden. Glänzende Beredsamkeit und Darstellungsgabe, unterstützt durch große persönliche Liebenswürdigkeit, bewirkten nicht weniger als die experimentellen Erfolge, daß sich um ihn ein immer wachsender Kreis jüngerer Fachgenossen sammelte, welche bemüht waren, des Meisters Arbeitsweise kennen zu lernen und an andere Arbeitsstätten zu verpflanzen, auch an außerfranzösische. Dabei wurden die Arbeiten im Moissanschen Laboratorium durch Hilfsmittel unterstützt, wie sie auch jetzt noch nicht, zwanzig Jahre später, in Deutschland irgend einem Anorganiker zur Verfügung stehen. . . . Es konnte nicht ausbleiben, daß einem ebenso hervorragenden wie erfolgreichen Forscher, außer der uneingeschränkten Anerkennung seiner Fachgenossen, auch öffentliche Ehrungen in größter Zahl zuteil wurden. So ist denn Moissan Mitglied sehr zahlreicher gelehrter Gesellschaften und Ritter vieler Orden verschiedener Länder geworden. Sein Vaterland ehrte ihn durch Ernennung zum Kommandeur der Ehrenlegion und ernannte ihn zum Vertreter Frankreichs in der Kommission zur Festsetzung der Atomgewichte. Und wie hoch ihn die deutsche Wissenschaft zu schätzen weiß, erhellt aus der Tatsache, daß ihn die beiden hervorragendsten Gesellschaften deutscher Chemiker, die „Deutsche chemische Gesellschaft“ und die „Deutsche Bunsengesellschaft“, schon im Jahre 1899 zu ihrem Ehrenmitgliede ernannten. Die neueste Ehrung aber, welche zu vorstehenden Zeilen Anlaß gab, ist die Verteilung des Nobelpreises für Chemie an Henry Moissan.“

Wenden wir uns nun einem wichtigen Gebiete der physikalischen Chemie, der Photochemie, zu. Die ersten Anfänge dieses Wissenszweiges finden wir zu Beginn des 18. Jahrhunderts, wo Schulze Beobach-

tungen über die Wirkung des Lichtes auf Silberverbindungen machte. Allerdings hat auch Boyle die Wahrnehmung vom Schwarzfärben des Chlorsilbers gehabt, diesen Prozeß machte er aber nicht von der Einwirkung des Lichtes, sondern dem Einflusse der Luft abhängig.

Wie auf manchem anderen Gebiete vorausschauend, so war es Scheele auch in der Photochemie; ihn kann man berechtigter Weise als Gründer dieses neuen wissenschaftlichen Gebietes bezeichnen. Scheele hatte die Wirkung des Sonnenspektrums auf mit Chlorsilber überzogenes Papier eingehend studiert, wobei er feststellte, daß dieselbe im violetten Teile am frühesten beginnt und am kräftigsten ist.

Ritter hat umfangreiche Untersuchungen über die ultravioletten Strahlen angestellt und Daguerre sowie Talbot haben durch die ihnen gelungene Fixierung der Lichtbilder die Photographie ins Leben gerufen. Über die Entwicklung der Photographie gibt uns das treffliche Geschichtswerk von Schiendl Auskunft, welchem wir folgendes entnehmen: Mit Daguerre hatte sich Niêpce vereinigt, um die „Daguerreotypie" zu vervollkommnen. Letzterer erlebte jedoch dieses Ziel nicht mehr. Talbot war es, der die jodierten Silberplatten Daguerres durch lichtempfindliches Papier ersetzte.

Die Photographie wurde ferner weiter entwickelt durch die Herstellung von Negativbildern auf Glas, sowie durch die Anwendung von Bindemitteln für Chlorsilber, wie Eiweiß und Kollodium, durch die Vervielfältigung photographischer Bilder durch Druck mittels der sogenannten Photolithographie, Heliographie, Phototypie, Verfahren, welche durch die großartigen Leistungen der Autotypie (Meisenbach) und Heliotypie (Obernetter) überholt sind, endlich durch die Herstellung von lichtempfindlichen Platten und die damit verbundene Einführung des Trockenverfahrens. Das Problem der farbigen Photographie, über welches Lippmann, Miethe, E. König gearbeitet haben, ist zwar noch nicht ganz gelöst, aber immerhin wert, an dieser Stelle mit angeführt zu werden. Von den neueren Forschern, die sich auf dem Gebiete der Photographie mit großem Erfolge betätigen, ist vor allem auch Eder und Valenta zu nennen.

Josef Maria Eder wurde am 16. März 1855 zu Krems an der Donau geboren; 1882 zum Professor der Chemie an der höheren Staatsgewerbeschule, 1888 zum Direktor der K. K. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien und 1892 zum Professor extr. für Photochemie an der technischen Hochschule ernannt, wurde Eder 1899 Mitglied des Kunstrates des K. K. Ministeriums für Kultus, ferner Vorsitzender des Sachverständigenkollegiums in Sachen des Urheberrechtes für den Bereich der Photographie. Eder ist Mitglied des Patentamtes, war seinerzeit Vize-

präsident bei der internationalen Jury Klasse 12 Gruppe III auf der Weltausstellung, Paris 1900. Außerdem führt er den Vorsitz der chemisch-physikalischen Gesellschaft in Wien und erhielt im Jahre 1895 den Lieben'schen Preis der Akademie der Wissenschaften in Wien.

Von seinen literarischen selbständigen Arbeiten mögen folgende erwähnt sein: „Modern dry Plates" (London 1881), „Die Momentphotographie" (2. Aufl., Wien und Halle 1887/88), „Ausführliches Handbuch der Photographie" (2. Aufl., Halle 1891—1902), „Bertillons gerichtliche Photographie" (Halle 1895); außerdem ist Eder ein außerordentlich fleißiger Mitarbeiter verschiedener Fachzeitschriften, hauptsächlich der „Photographischen Korrespondenz", der „Akademischen Berichte", Wien usw. usw.

Eduard Valenta ist geboren am 5. August 1857 in Wien, wurde 1881 Assistent für organisch-chemische Technologie, wirkte von 1884—91 als Fabrikdirektor und ist seit dem Jahre 1894 als Professor für Photochemie an der graphischen Lehr- und Versuchsanstalt Wien tätig.

Von seinen selbständigen Werken mögen folgende angeführt sein: „Die Klebe- und Verdickungsmittel" (Kassel 1884), „Die Photographie in natürlichen Farben" (Halle 1894), „Photographische Chemie und Chemikalienkunde" (I. organische, II. anorganische) (Halle 1898—1899), „Die Rohstoffe der graph. Druckgewerbe" I. Das Papier (Halle 1904), „Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse" mit J. M. Eder (Halle 1904).

Bei der Betrachtung der Photochemie möge auch noch auf die wertvollen Untersuchungen von Bunsen und Roscoë hingewiesen werden, welche die Grundlage der messenden Photochemie, der sogenannten Aktinometrie bildeten. H. W. Vogel u. a. haben die Gesetze, denen die chemisch-aktiven Lichtstrahlen unterworfen sind, festgestellt. Schließlich sei noch auf die hierhergehörenden Arbeiten von Duvar, Hartley, Dobbie, Spring, Soret und Rilliet, Ciamician, Silber, Joh. Pinnow hingewiesen.

Bei dem Studium der ultravioletten Strahlen wurden andere höchst eigentümliche Formen der strahlenden Energie entdeckt; Hittorf fand die von der Kathode einer stark evakuierten Entladungsröhre ausgehenden Kathodenstrahlen, die von Goldstein, Crookes und anderen näher untersucht wurden. Außer letzteren bemühten sich J. J. Thomsen, Lenard, Wien, P. Drude, W. Kaufmann die Eigenschaften jener Strahlen zu erklären.

Becquerel hat die Beobachtung gemacht, daß Uran und seine Verbindungen, insbesondere die natürliche Pechblende eigentümliche Strahlen aussenden, welche die als Radioaktivität bezeichneten Wirkungen ausüben.

Antoine Henri Becquerel ist am 15. Dezember 1852 in Paris geboren. Er wurde 1892 Professor am Musée d'Hist. natur. und zwei Jahre später

Ingénieur en chef des Ponts et Chauss. Seit dem Jahre 1895 wirkt Becquerel als Professor an der Ecole polytechnique. Als Entdecker der Radioaktivität hat er dieses Gebiet in verschiedenen Journalen in trefflicher Weise behandelt.

Schmidt beobachtete an Thoriumverbindungen ebenfalls Radioaktivität; demzufolge kam man zu der Ansicht, daß die radioaktiven Strahlen an bestimmte Elemente gebunden sind. Das Ehepaar Curie kennzeichnete das Radium in Gestalt seines Bromids als Träger der eigentümlichen Strahlungsenergie.

Giesel, Marckwald, Debierne, Hofmann bezeichneten als Träger der eigenartigen Strahlungsenergie das Emanium, Radiotellur, Aktinium, Radioblei.

Pierre Curie ist am 15. Mai 1859 als Sohn eines Arztes geboren; er studierte im Laboratorium der Sorbonne. Hier lernte er Fräulein Marie Sklodowska aus Warschau, seine spätere Gemahlin, kennen. Lange Zeit wirkte Curie als Lehrer der Chemie an der „Ecole de chimie et physique industrielle" der Stadt Paris. Gemeinschaftlich mit seiner Frau widmete er sich dann dem Studium der radioaktiven Substanzen, welches die epochemachende Entdeckung des Radiums zur Folge hatte.

Im Jahre 1903 erkannte die Königliche Akademie von Stockholm Curie mit Becquerel gemeinsam den Nobelpreis zu, dessen Betrag von 100 000 Kr. zwischen den beiden Gelehrten geteilt wurde. Im Jahre 1904 erhielt Curie einen eigens für ihn an der Sorbonne in Paris errichteten Lehrstuhl für allgemeine Physik und schon nach einigen Monaten wurde seine Frau als Laboratoriumschef angestellt. Curie hatte auch im Jahre 1903 durch das Syndikat der Pariser Presse 60 000 Frcs. vom Osirispreise zur Fortsetzung seiner Untersuchungen erhalten und wurde am 4. Juli 1905 zum Mitgliede der Pariser Akademie der Wissenschaften ernannt. Er starb am 19. April 1906.

Friedrich Oscar Giesel, geboren am 20. Mai 1852 in Winzig (Schlesien), studierte von 1872—74 in Berlin, wurde 1875 Assistent an der Versuchsstation deutscher Spiritusfabrikanten in Berlin. Vorübergehend war er als Chemiker in der Hofmannschen Stärkefabrik, Salzuflen, tätig. Im Jahre 1876 promovierte er in Göttingen und war bis 1877 Assistent bei Prof. C. Liebermann, Berlin. Seit dem Jahre 1878 wirkt Giesel als Chemiker an der Chininfabrik in Braunschweig.

Von seinen selbständigen Schriften erwähnen wir „Radioaktive Substanzen und deren Strahlen" (1902).

Karl Andreas Hofmann wurde am 2. April 1870 zu Ansbach geboren, er studierte in München und promovierte dort im Jahre 1892.

Drei Jahre später wurde er Abteilungsvorstand am chemischen Laboratorium der Königl. Akademie und wirkt seit 1898 als Professor extr. an der Universität in München.

Von seinen Veröffentlichungen ist zu nennen: „Die radioaktiven Stoffe nach dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftl. Erkenntnis“ (1903 Leipzig), ferner ist er ein trefflicher Mitarbeiter der „Chemischen Zeitschrift“, der „Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft“, von „Liebigs Annalen der Chemie“ u. a. Verschiedene andere Gelehrte wie Rutherford und Soddy, W. Ramsay, Geitel und Elster haben sich ebenfalls mit dem Problem der Radioaktivität eingehend befaßt.

Ernest Rutherford ist geboren am 30. August 1871 zu Nelson (New Seeland) und studierte in Neu Seeland und in Cambridge. Seit dem Jahre 1903 wirkt er als Macdonald Professor der Physik an der Mc Gill-University in Montreal (Canada).

Rutherford ist ein äußerst eifriger Schriftsteller und hat viele Zeitschriften mit wertvollen Beiträgen bereichert.

Sir William Ramsay ist am 2. Oktober 1852 zu Glasgow geboren, studierte in seiner Vaterstadt und in Tübingen und promovierte dort im Jahre 1872. Von 1880—1887 war er Professor der Chemie am Univers. College in Bristol und von 1881—1887 Prinzipal. Seit dem Jahre 1887 wirkt Ramsay als Professor der Chemie am Univers. College in London. Er erhielt die Barnard-Medaille aus New York und die Davy-Medaille aus London, ferner den 5000 Dollarpreis von Smithson. Inst. und den 25 000 Frcs.-Preis in Paris. Zuletzt wurde er mit der Verleihung der Kongstaff-Medaille von der Chem. Soc. ausgezeichnet. Mit Lord Rayleigh entdeckte er 1894 das Argon, 1895 das Helium, 1898 mit Travers das Krypton, das Neon und das Xenon.

Er schrieb u. a.: „A system of chemistry“ (1891 London), „Element. systematic chemistry“ (ebda. 1891), „The gases of the atmosph.“ (1896), „Modern chemistry; theoret.“ (1901 London). Außerdem finden wir von ihm in den „Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft“ viele treffliche Beiträge.

Über die verschiedenen Stadien der Entwicklung der Verwandtschaftslehre haben wir im Verlauf der Geschichte schon berichtet, so daß wir uns damit begnügen können, auf die Bergmannschen und Bertholetschen Ideen hinzuweisen und die neueste Entwicklung der Affinitätslehre in großen Zügen zu behandeln.

Auf Grund der Bertholetschen Ideen hatten Guldberg und Waage eine Theorie aufgestellt, die allgemein beachtet und auch mit den Beob-

achtungen über Dissoziation von gasigen Verbindungen (Jodwasserstoff, Untersalpetersäure, Kohlensäure) in Übereinstimmung gebracht wurden. Es wurden alsdann Untersuchungen über die spezifischen Affinitätskoëffizienten speziell der Säuren und Basen mit Erfolg vorgenommen. Nachdem schon J. Thomsen das Problem auf thermochemischen Wege zu lösen versuchte, hat sich auch Ostwald mit diesen Arbeiten beschäftigt.

Horstmann, van 't Hoff und W. Gibbs, ferner Chatelier, Duhem, Planck u. a. haben sich bemüht, die Lehre vom chemischen Gleichgewicht auf thermodynamischer Grundlage auszubilden. Mit diesen Arbeiten parallel gingen solche über die Reaktionsgeschwindigkeit, deren Begriff schon früher von Wilhelmy scharf erfaßt wurde. Ganz besonders wertvoll sind die von Schönbein gemachten Forschungen über Beschleunigung der Reaktionsgeschwindigkeit durch katalytisch wirkende Stoffe.

Die Chemie tritt nicht nur mit der Physik in Wechselwirkung, sondern sie steht auch mit anderen Wissenschaften in näherer Berührung, so beispielsweise die anorganische Chemie mit der Mineralogie, die organische Chemie mit der Physiologie; kurz, wohin man sich auch wenden mag, die Chemie ist für alle Zweige der Naturwissenschaften eine Helferin.

Das Gebiet der Agrikulturchemie und der physiologischen Chemie ist mit dem Wirken Liebigs eng verknüpft, denn er war der erste, welcher mit weitem Blick eigene neue Beobachtungen unter gemeinsamen Gesichtspunkten vereinigte. Man kann mit vollem Recht Liebig als Gründer der Agrikulturchemie ansehen, wenn auch schon Forscher wie Palissy, welcher die Notwendigkeit der Mineralsubstanzen für das Leben der Pflanzen erkannte, ferner Malpighi und Mariotte, die durch ihre Arbeiten die Ernährung der Pflanzen durch die Blätter und den Boden begründeten, dann durch die Überzeugung Lavoisiers, daß der Prozeß des Lebens sich aus einer ganzen Anzahl chemischer Vorgänge abwickle und zuletzt durch die Untersuchungen von Vauquelin, Proust, Berzelius, Chevreul u. a. der Boden für diesen Zweig der Chemie vorbereitet worden war.

In der Tat hatten schon zu Beginn des XIX. Jahrhunderts die chemisch-physiologischen Arbeiten von Priestley, Senebier und Th. de Saussure wichtige Resultate bezüglich der Ernährung der Pflanzen gezeitigt. Trotzdem wurden daraus naheliegende Folgerungen, wie beispielsweise aus der von den eben genannten Forschern wahrgenommenen Zersetzung der Kohlensäure durch die Blätter, ferner aus der von Nic. Leblanc schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts hervorgehobenen Bedeutung der Ammonsalze als förderndes Mittel zum Gedeihen der Vegetabilien, nicht gezogen. Man

legte diesen Arbeiten einen geringeren Wert bei und blieb bei der alten Ansicht, daß der Humus als das allgemeine Nährmittel der Pflanzen anzusehen sei. Nach Albrecht Thaer sowohl als auch nach Mathieu de Dombasle wirken die anorganischen Salze lediglich als Reizmittel.

Diesen unwissenschaftlichen Folgerungen bereitete Liebig mit seinem epochemachenden Werke: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie", welches durch die „British association for the advancement of science" angeregt wurde, ein plötzliches Ende. Seine Leitsätze lauteten folgendermaßen:

„Die Nahrungsmittel aller grünen Gewächse sind anorganische Substanzen". — „Die Pflanzen leben von Kohlensäure, Ammoniak (Salpetersäure), Wasser, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kalk, Bittererde, Kali, Eisen; manche bedürfen Kochsalz". — „Der Mist, die Exkremente der Tiere und Menschen wirken nicht durch ihre organischen Elemente auf das Pflanzenleben ein, sondern indirekt durch die Produkte ihres Fäulnis- und Verwesungsprozesses, also infolge des Überganges ihres Kohlenstoffs in Kohlensäure und ihres Stickstoffs in Ammoniak oder Salpetersäure. Der organische Dünger, welcher aus Teilen oder Überresten von Pflanzen und Tieren besteht, läßt sich ersetzen durch die unorganischen Verbindungen, in welche er in dem Boden zerfällt".

Ein anderer Gelehrter, welcher, unabhängig von Liebig, den gleichen Zweck verfolgte, ist

J. B. Boussingault. Er ist im Jahre 1802 geboren und wurde zuerst durch seine großen Reisen in Südamerika bekannt. Nach seiner Rückkehr nach Frankreich widmete er sich speziell der Agrikulturchemie, die er teils durch Experimentaluntersuchungen, teils durch literarische Veröffentlichungen förderte. Von seinen größeren selbständigen Werken mögen folgende hervorgehoben sein: „Économie rurale", „Agronomie", „Chimie agricole et physiologie" (1864).

Henneberg, W. Knop, Lehmann, Nobbe, F. Stohmann, F. Wolff, Zöller u. a. machten wertvolle Untersuchungen über die Zusammensetzung verschiedener Böden sowie über die Ernährung von Pflanzen in indifferentem Boden oder in Salzlösungen. In neuerer Zeit haben Hellriegel, Wilfarth und Nobbe die Agrikulturchemie mit sehr wichtigen Beobachtungen über die Assimilierung des atmosphärischen Stickstoffs durch gewisse Pflanzen bereichert. A. Frank gab die Anregung, den Luftstickstoff auf technisch-chemischem Weg zu fixieren, beispielsweise durch Überführung in Cyanamid-Calcium.

Nachdem man die Bedeutung der anorganischen Substanzen für die Ernährung der Pflanzen in richtigem Sinne erkannt hatte, drängte sich nunmehr die Frage auf, in welcher Weise sich die Bildung der organischen Stoffe aus der Kohlensäure, dem Ammoniak, der Salpetersäure und dem Wasser vollziehe. Mit der Bearbeitung dieser Frage beschäftigt sich die Phytochemie. Hier haben sich mit der Assimilation des Kohlenstoffs Forscher wie Lommel, Pfeffer, N. J. C. Müller, Engelmann u. a. erfolgreich betätigt. Baeyers Ansicht, daß durch Reduktion von Kohlensäure Formaldehyd erzeugt wird, ist durch Laboratoriumsversuche von Butlerow, O. Loew, Bockorny, E. Fischer u. a. gewissermaßen bestätigt worden. Noch manche andere, Stickstoff enthaltende Produkte wie verschiedene Glukoside, Myronsäure, Amygdalin, Piperin, Coniferin u. a., ferner die Klasse der Alkaloide haben das Interesse einer Anzahl von Chemikern sowohl als auch das der Physiologen gefunden. Ebenso sind die pflanzlichen Enzyme, das Emulsin der Mandeln, die Diastase des Malzes erfolgreich bearbeitet worden. Brücke, Nägeli, Sachs untersuchten die Stärke, deren Vorstufe, die Dextrose und den Zusammenhang der Stärkebildung mit der Tätigkeit des Chlorophylls; sie machten ferner wertvolle Forschungen über zahlreiche Zuckerarten, insbesondere Dextrose und Rohrzucker usw. Kunz, Krause beobachteten, daß in der Zelle cyclische Fettsäuren entstehen, Zwischenverbindungen zwischen Fetten und aromatischen Säuren, welche dann als weitere Stoffwechselprodukte erscheinen.

Seit den Forschungen Fourcroys, Vauquelins, Chevreuls und Berzelius' hat die physiologische Chemie des Tierkörpers, die Zoochemie, ganz bedeutende Fortschritte gemacht, aber es bildete sich die Tierphysiologie erst zur Wissenschaft aus, als man von der Erforschung der chemischen Bestandteile tierischer Sekrete usw. zu der Frage überging, unter welchen Bedingungen jene Stoffe sich im Organismus bilden und in welchen gegenseitigen Beziehungen dieselben zu einander stehen. An der Entwicklung der Zoochemie haben sich ebenfalls hervorragende Chemiker und Physiologen betätigt; es möge beispielsweise nur an die trefflichen Untersuchungen der Bestandteile der Knochen durch Bibra, Fremy, Heintz und Mulder erinnert sein. Ebenso sind die Eiweissstoffe, deren Natur von Mulder und Liebig bereits erkannt war, in hervorragender Weise von Brücke, Kühne, Hammarsten, Hlasiwetz, Habermann, Hoppe-Seyler, Lehmann, A. Schmidt, Baumann, Drechsel, Harnack, F. Hofmeister, Kossel, Nencki, Paal, Schützenberger chemisch-physiologisch erforscht worden. E. Fischer und Kossel lieferten Arbeiten über die Spaltungsprodukte von Eiweiß; hierüber gibt uns der Hof-

meistersche Vortrag: „Über den Bau der Eiweißmoleküle“ (Karlsbad 1902) bestens Auskunft.

O. Ludwig, Brücke, Cl. Bernard brachten den Nachweis, daß die Aussonderungen von Säften aus Drüsen auf rein chemischem Wege vor sich gehen. Ferner ist die Chemie des Speichels, dessen Ferment, das Ptyalin, die Fähigkeit besitzt, Stärke in Zucker zu verwandeln, durch hervorragende Forschungen von Brücke, Bunge, Herter, C. Ludwig und O. Nasse ausgebaut worden. Mit der Untersuchung des Magensaftes beschäftigten sich mit Erfolg Beaumont, Bidder, Frerichs, Lehmann, C. Schmidt und v. Wittich; besonders haben die Arbeiten über die eigentliche Natur des im Magensaft enthaltenen Fermentes, des Pepsins, von Henninger, Hofmeister, Lehmann, später von Chittenden, Kühne und Neumeister aufklärend gewirkt. Die von Strecker begründete Chemie der Galle ist später von Frerichs, Gorup-Besanez, Maly, Nencki, Städeler u. a. wesentlich erweitert worden. Vor allen anderen hat besonders Al. Schmidt die Kenntnis von der chemischen Zusammensetzung des Blutes ausgebaut; ferner gehören hierher die ausgezeichneten Arbeiten von Hoppe-Seyler, Hüfner, Preyer, C. Schmidt über das Hämoglobin, Oxyhämoglobin und deren Verhalten zu Gasen. Die Spaltungsprodukte des Hämoglobins: Hämatin, Hämin, Hämatoporphyrin wurden von W. Küster, Nencki u. a. erforscht.

Chevreul, Heintz und Lerch waren wohl die ersten, welche die Bestandteile der Milch im wesentlichen ermittelt haben; seit dieser Zeit wandten viele Forscher ihr besonderes Interesse der Gerinnung der Milch, der Veränderung derselben im Organismus und der Natur der in ihr enthaltenen verschiedenartigen Eiweißstoffe usw. zu, wie beispielsweise Hammarsten, Hoppe-Seyler, J. Lehmann, A. Schloßmann, vor allen aber Soxhlet.

Franz Soxhlet ist am 15. Januar 1848 zu Brünn in Mähren geboren; er promovierte 1872 zum Dr. phil. an der Universität in Leipzig und wirkt seit 1879 als Professor der Agrikulturchemie an der Technischen Hochschule zu München; gleichzeitig bekleidete er das Amt eines Vorstandes der landwirtschaftlichen Versuchsstation für Bayern. Die medizinische Fakultät der Universität Halle ernannte ihn im Jahre 1894 zu ihrem Ehrendoktor.

Liebig, Voit, Bischoff, Fick und Wislicenus arbeiteten über die Ausscheidung des Harnstoffs, Wöhler, Liebig, Dessaignes, Meißner über die Bildung von Hippursäure, Baumann über Ätherschwefelsäuren der Phenole usw.

M. E. Chevreul.
(Gest. von Ambr. Tardien.)
(Kgl. Hof- und Staatsbibliothek, München.)

Bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Fleisches sei an die klassischen Arbeiten Liebigs und seiner Schüler: Scherer, Schloßberger, Städeler, Strecker erinnert. Ferner beschäftigten sich auf Anregung Liebigs Bidder und Schmidt, Bischoff, Voit, Pettenkofer, Frerichs u. a. mit der Ernährung und dem Gesamtstoffwechsel.

Von den neueren Forschungen über Gärungs- und Fäulnisprozesse seien die Arbeiten von Pasteur, R. Koch, Behring u. a. rühmlichst hervorgehoben. Diese Forschungen haben naturgemäß für den Pathologen ein großes Interesse, weil solche Prozesse vielen Krankheiten zu Grunde liegen und infolgedessen ist zwischen der Chemie und Pathologie eine engere Verbindung eingetreten. In erster Beziehung wären die Antiseptica, welche in der Chirurgie Anwendung finden, die Entdeckung der gärungs- und fäulniswidrigen Kraft der Salicylsäure zu erwähnen. Ferner hat die Chemie gerade in der letzten Zeit eine Reihe von antiseptisch wirkenden Stoffen kennen gelehrt, die in der Mehrzahl dem Phenol nahe stehen, wie beispielsweise die homologenen Kresole, das Thymol, die Jodderivate usw. Die Chemie hat der Heilkunde aber auch noch andere wichtige Dienste erwiesen und zwar auf dem Gebiete der Betäubungs- und Beruhigungsmittel wie: Chloroform, Äther, Stickoxydul, Chloral, Bromkalium, Sulfonal, Veronal usw. Ferner sind an Stelle der natürlichen fieberwidrigen oder schmerzstillenden Medikamente eine Anzahl künstlich dargestellte getreten; zunächst die antipyretischen Mittel, wie Salicylsäure, Acetanilid, Phenacetin, Antipyrin und andere an Stelle des Chinins. Aus Vorstehendem ergibt sich zur Folge, daß die Chemie mit der Pharmazie auf das engste verknüpft ist. Hermann Kopp sagt schon im Jahre 1844 in seiner „Geschichte der Chemie“ II, 119: „Immer mehr entfernte sich seit dem Ende des 18. Jahrhunderts die pharmazeutische Chemie von der Richtung, die sie noch im Anfange desselben befolgt hatte, wo sie von den Forschungen der rein wissenschaftlichen Chemie nur die Resultate entlehnte, welche mit der Anfertigung von Arzneien im nächsten Zusammenhang stehen. Immer mehr verknüpfte sich die pharmazeutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen; die Lehrbücher für die erstere, die früher nur Sammlungen empirischer Vorschriften gewesen waren, nahmen den Charakter gediegen wissenschaftlicher Werke an, und die zunächst für die Pharmazie gegründeten Zeitschriften wurden zu wichtigen Sammlungen für die reine Chemie“.

In welchem Umfange sich die Pharmazie in den letzten Dezennien entwickelt hat, darüber gibt uns ein eigener Abschnitt im letzten Teile dieses Buches Aufschluß.

Hiermit schließen wir unsere Ausführungen über die wissenschaftliche Chemie ab: wir werden nunmehr versuchen, die praktischen Werte, welche die einzelnen Spezialgebiete der chemischen Wissenschaft geschaffen haben, hervorzuheben; dabei begegnen wir noch manchem Forscher, welcher bisher nicht berücksichtigt worden ist.

Technische Chemie.

Allgemeines.

Es wurde oft genug vom Auslande die Frage aufgeworfen, worauf die ungeahnte Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland zurückzuführen wäre. Die Antwort auf diese Frage lautet einstimmig so: die Ursache dieses mächtigen Aufschwunges ist die innige Verschmelzung der Wissenschaft mit der Technik, die hohe wissenschaftliche Schulung der deutschen Chemiker, die Pflege der wissenschaftlichen Forschung in den Fabriken.

Es möge deshalb der Betrachtung der volkswirtschaftlichen Seite der Chemie eine kurze Übersicht über die Entwicklung des chemischen Unterrichtswesens, das so segensreich gewirkt hat, vorausgeschickt werden.

Bekanntlich war es Marcet in London, welcher durch seine experimentellen Vorträge Berzelius im Jahre 1812 bewog, die bisher geübte alte Unterrichtsmethode aufzugeben und an der Hand von Experimenten die Studierenden in die chemische Wissenschaft einzuführen.

Justus v. Liebig war der erste, welcher im Jahre 1825 in Gießen ein Unterrichtslaboratorium für Chemiker eröffnete; er wollte mit dieser Neueinrichtung und durch deren auf strengwissenschaftlicher Grundlage beruhenden Lehrmethode das wirksamste Gegengewicht gegen die damals in Deutschland noch herrschende naturphilosophische Richtung schaffen. Das Grundprinzip für das Studium der Chemie sah er nicht in den Vorlesungen, sondern vor allem in den praktischen Arbeiten. Das Liebigsche Lehrsystem geht denn auch aus einer zwei Jahre nach Gründung des Laboratoriums in Geigers „Magazin für Pharmazie“ (s. S. 98) veröffentlichten Bekanntmachung deutlich genug hervor. Es heißt dort wörtlich:

„Die Eleven des Instituts besuchen jetzt während des Sommersemesters die Vorlesungen über Chemie, Botanik, Mineralogie etc. als Vorbereitungswissenschaften; das ganze Wintersemester aber ist den praktischen Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der Universität

gewidmet, worin sie von morgens bis abends sich mit analytischen Arbeiten jeder Art beschäftigen müssen; dieser Unterricht ist mit wöchentlichen Examinatorien verbunden.

Ich habe die befriedigende Überzeugung gewonnen, daß bis jetzt keiner das Institut verlassen hat, ohne das Bewußtsein, etwas Tüchtiges gelernt zu haben, mit sich genommen zu haben. Diejenigen, welche gesonnen sind, das Institut während des neuen Kursus, der zu Ostern 1828 seinen Anfang nimmt, zu besuchen, bitte ich sich zu Zeiten zu melden, da ich die Zahl der Eleven wegen Mangel an Platz im Laboratorium sehr beschränken muß. Für den Winterkursus 1827/28 sind alle Plätze besetzt.

Gießen, im Oktober 1827. Dr. Justus Liebig."

Nach den Mitteilungen Wichelhaus' (vergl. „Wirtschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit" (Braunschweig 1900) handelte es sich nur um 9 enge Plätze, da Liebig selbst mit arbeitete. Erst am 12. November 1838 konnte er mitteilen, daß durch Zuziehung des Auditoriums noch 10 Plätze gewonnen wurden, in welche sich 37 Personen teilen. 47 Studierende hatten sich gemeldet, wovon 2 Mediziner zurücktraten und 8 Fremde wieder abreisten. Im Winter 1841/42 arbeiteten im Liebigschen Laboratorium schon 50 Studierende.

Das Gießener Laboratorium war nunmehr die Pflanzstätte, von der das hellste Licht ausstrahlte; die Eigenart des großen Meisters als großer Lehrer bestand darin, daß er seine Schüler zum Selbstdenken anzuregen und ihnen, indem sie seine Ideen ausführten, den Geist der Wissenschaft einzuimpfen verstand. Nicht ohne Grund schildert Kolbe die Lehrtätigkeit Liebigs mit folgenden trefflichen Worten: „Liebig war nicht Lehrer im gewöhnlichen Sinne; in außerordentlichem Maße wissenschaftlich produktiv und reich an chemischen Gedanken, teilte er diese seinen reiferen Schülern mit, veranlaßte sie, seine Ideen experimentell zu prüfen und regte so allmählich zu eigenen Gedanken an, zeigte ihnen den Weg und lehrte die Methoden, wie chemische Fragen und Probleme an der Hand des Experimentes zu lösen sind." Aber nicht nur im Laboratorium selbst, sondern auch in den Experimentalvorlesungen war Liebig als ausgezeichneter Lehrer tätig. Er zählte eine große Anzahl von Männern, die seine Lehre an Universitäten, polytechnischen Hochschulen, Gewerbeschulen usw. weiter fortpflanzten, zu seinen Schülern, von denen wir hier einige anführen wollen: Brodie, H. L. Buff, v. Bibra, Fehling, Frankland, Fresenius, Gerhardt, Henneberg, A. W. v. Hofmann, Martius, Muspratt, Rochleder, Scherer, Schlieper, Schloßberger, Strecker, Varrentrapp, Williamson, Wurtz u. a.

Das Vorgehen Liebigs hatte Nachahmung gefunden, die namhaftesten Lehrer der Chemie — es seien zunächst Wöhler, Bunsen, Erdmann, Kolbe und A. W. Hofmann genannt —, haben gleichzeitig mit Liebig oder nach seiner Praxis sich die wesentlichen Grundsätze seiner Unterrichtsmethode zu eigen gemacht, manches Neue hinzugefügt und auf diese Weise fruchtbar gewirkt.

Im Laufe der nächsten Jahrzehnte wurden auch an anderen Universitäten nach dem Vorbilde des Gießener Laboratoriums Unterrichtsstätten errichtet, so z. B. in Göttingen durch Wöhler in den dreißiger Jahren, in Marburg durch Bunsen im J. 1840, in Leipzig 1843 von Erdmann; letzteres galt lange Zeit als Muster eines gut eingerichteten Institutes. In den fünfziger Jahren folgten Heidelberg, Karlsruhe, Breslau, Greifswald, Königsberg 1867, Bonn und Berlin, Aachen 1870, Dresden 1875, München 1877, Berliner technische Hochschule 1879, Kiel 1880, Straßburg 1885, Göttingen 1885, Heidelberg 1892, Halle 1894.

Unter den vielen Hochschullehrern, die seit 1860 Hervorragendes gearbeitet haben, seien folgende genannt: Kekulé, v. Baeyer, Claus, Erlenmeyer, E. Fischer, Fittig, Ladenburg, Loth. und Victor Meyer, Strecker und Wislicenus.

Mit der Entwicklung der wissenschaftlichen Institute hat dann auch die Fachliteratur entsprechend zugenommen und es ist geradezu unumgänglich notwendig, daß sich der Studierende dieser hervorragenden literarischen Hilfsmittel bei dem Studium der Chemie bedient. Erdmann sagt denn auch in seinem „Journal für praktische Chemie“ sehr zutreffend: „Mit der Wissenschaft lernt, bei der Benutzung dieser Quellen, der Studierende zugleich von dem Meister der Wissenschaft die geeignete Form der Darstellung wissenschaftlicher Resultate, die Kunst, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden, das Wesentliche gedrängt und doch so vollständig darzulegen, daß kein für die Beurteilung erforderliches Element fehlt.“

Wichelhaus schreibt in seinem, schon von uns zitierten Werke ganz richtig: „Die Wirkungen dieser Arbeit (in den Unterrichtslaboratorien) treten zwar vornehmlich auf dem Gebiete des Geistes hervor. Auch der Nutzen, welcher dem Gewerbe durch richtige Beleuchtung schon bekannter Vorgänge, z. B. der Hüttenprozesse, seitens der Chemiker erwachsen ist, läßt sich nicht berechnen. Endlich gibt es Folgen, die so spät eingetreten sind, daß sie noch nicht geschätzt werden können; dennoch schließt letzteres nicht aus, daß man eine größere Zahl gemeinnütziger Wirkungen chemischer Arbeit, die seit Eröffnung des Liebigschen Laboratoriums bis jetzt eingetreten sind, durch Zahlenbelege klarstellen kann.“

Wie wir aus der Geschichte wissen, hat es in Deutschland seit den ältesten Zeiten Betriebe gegeben, die wohl zu den chemischen gezählt werden dürfen. Denken wir beispielsweise an das keramische Gewerbe und die Glasindustrie, welche beide seit einem Jahrtausend in vielen Gegenden des Deutschen Reiches betrieben worden sind. Mit der Färberei hat man sich in Deutschland schon in vorgeschichtlichen Zeiten abgegeben, ferner haben die an vielen Stellen unseres Vaterlandes vorkommenden Mineralien zur Verarbeitung bezw. Bereitung anderer Substanzen Anlaß gegeben. Aus den Werken des Basilius Valentinus geht hervor, daß ihm und wohl auch seinen Vorgängern schon die Bereitung von Schwefelsäure aus Eisenvitriol, welcher mit Kieselsteinen gemengt destilliert wurde, sowie aus Schwefel, der nach Zusatz von Salpeter entzündet wurde, bekannt gewesen ist. Das eigentliche Verbrennungsprodukt des Schwefels, die schweflige Säure, wurde in wässeriger Lösung vielfach mit Schwefelsäure verwechselt. Mit der Zugänglichkeit dieser starken Säure wurde auch die Bereitung des Scheidewassers, dargestellt aus Salpeter und Schwefelsäure — Basilius Valentinus spricht davon als von einer schon seit längerer Zeit geübten Operation —, ein wenn auch in kleinem Maßstabe betriebener, so doch nicht unbedeutender Gewerbszweig. Deutschland war von jeher ein guter Boden für die Chemie, das beweist allein schon der Umstand, daß gerade die ausländischen Alchimisten sich am liebsten in unserem Lande aufhielten. Erinnern wir uns ferner an die Entdeckung des Phosphors, des Chlors, des Mangans (von Gahn 1774 isoliert), Kobalts (Brandt 1742), Nickels (Kronstädt 1750) und Platins (Watson 1750). Vor allem spielte der Phosphor eine Hauptrolle, da der neue Körper infolge seiner überraschenden Eigenschaften großes Aufsehen in den gebildeten Kreisen nicht nur in Deutschland, sondern auch in England und Frankreich erregte. Der von dem Alchimisten Brand in Hamburg im Jahre 1669 aus Harn gewonnene Phosphor erhielt den gleichen Namen, wie die schon früher bekannten Leuchtsteine; naturgemäß wurde auch mit diesem neuen Stoff ein lebhafter Handel getrieben. Cassius, ein Hamburger Arzt, fand beim Suchen nach dem Stein der Weisen den Goldpurpur, welche eine große Bedeutung für die Darstellung des Rubinglases erlangte.

Wie gesagt waren dies alles kleine Betriebe, welche jedoch damals schon einer besonderen Beachtung nicht entbehrten. Von einer eigentlichen chemischen Industrie kann man wohl erst in den letzten Jahrzehnten des 18. und im Anfange des 19. Jahrhunderts sprechen; besonders gilt letzteres für Deutschland, weil man erst zu dieser Zeit in Deutschland

anfing, die Errungenschaften der chemischen Wissenschaft in streng systematischer Weise zu verwerten. England und Frankreich hatten diesen Vorzug schon in früheren Jahren aufzuweisen; infolgedessen hatte in diesen Ländern die chemische Industrie auch schon Ende des 18. Jahrhunderts nicht nur festeren Fuss gefaßt, sondern war für Deutschland in mancher Beziehung ein Muster und Vorbild. Frankreich hatte ganz besonders eine große Industrie feinerer Qualitätsseifen und Parfümerien und war hierin tonangebend.

Die deutsche chemische Industrie entwickelte sich nur allmählich; erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts machte sich ein schnelleres Tempo der Entwicklung bemerkbar.

Die anorganische Großindustrie, die Industrie der Säuren und Alkalien brachte es zunächst zu einiger Bedeutung; an dieselbe gliederte sich die Fabrikation feinerer Präparate, wobei manche Reminiscenz aus der mittelalterlichen Zeit der Alaunsiederei und Vitriolfabrikation wachgerufen wurde. Man fabrizierte z. B. anfänglich, angelehnt an die alten Apothekenbetriebe, Alaun, Eisen-, Kupfer- und gemischte Vitriole, Vitriolöl, Salz-, Salpetersäure, Schwefel, Phosphor und Ammoniaksalze. Die Folge der Angliederung dieser Fabrikation an die Apotheken war, daß sich manche Apothekenküche allmählich zur chemischen Fabrik auswuchs, wie denn auch manche der älteren chemischen Industriellen aus dem Apothekerstande hervorgegangen sind.

In den ersten 2 bis 3 Dezennien des 19. Jahrhunderts kam vor allem die Verwertung pflanzlicher Alkaloide zu Heilmitteln auf und zwar die von Morphium, Chinin (1817—1820), von Nikotin (1828), von Atropin (1833). Deutschland wurde der Hauptproduzent von Chinin; ebenso entwickelte sich damals die künstliche Darstellung des Ultramarins. Einen mächtigen Anstoß verdankt die deutsche chemische Industrie — wie schon erwähnt — Justus von Liebig, indem durch Gründung grosser Unterrichtslaboratorien ein weites Absatzgebiet für die feineren und kostspieligeren chemischen Produkte gewonnen wurde. Als erster Zweig der neu erschlossenen chemischen Technik entwickelte sich die Darstellung der starken Mineralsäuren und Alkalisalze, ein Industriezweig, welcher sehr schnell einen großen Umfang erreichte. Die Industrie der Säuren und Alkalien nennt man die chemische Großindustrie; wenn sie auch heute diesen Namen nicht mehr für sich allein beanspruchen kann, so war sie jedenfalls die erste der Chemikalien-Industrien, die für die weitere Entwicklung überaus befruchtend gewirkt hat.

Gegen Ende der sechziger Jahre entwickelte sich die Industrie der künstlichen Farbstoffe unter dem Einflusse der immer gewaltiger sich aus-

dehnenden wissenschaftlichen Forschung zu hoher Blüte; Soda und Indigo, die schon dem grauen Altertume bekannten Produkte, bezeichnen den Grundstein dieser großartigen Entwicklung. Diese neue Industrie wirkte nicht nur befruchtend zurück auf die älteren Zweige der chemischen Industrie, indem sie für die Erzeugnisse der Säure- und Alkaliindustrie und für die der feineren Präparatenindustrie bei weitem die größte Abnehmerin wurde, sondern nun konnte sich auch Deutschland in schöpferischen Arbeiten ebenbürtig England und Frankreich an die Seite stellen.

Die großen Umwälzungen, welche einerseits die Einführung des Solvayprozesses in der Sodafabrikation, andererseits die Umgestaltung der Gasindustrie und der damit verbundene zeitweilige Mangel an Teer und Teerprodukten hervorrief, fallen in das Ende der siebziger und den Anfang der achtziger Jahre des 19. Jahrhunderts. Hierher gehören auch die neuen elektrochemischen und synthetischen Errungenschaften, wie die elektrolytische Gewinnung von Gold, Kupfer, Zink, die synthetische Darstellung der Riechstoffe, die Herstellung des Saccharins und der konzentrierten Nährstoffe, die fabrikmäßige Gewinnung von Bakteriengiften usw. Somit hat heute unsere Chemikalienindustrie, hauptsächlich die Präparaten- und Farbwarenindustrie, die Führerrolle unter den chemischen Industrien der Welt. Ja, in ihrem heutigen Umfange umfaßt sie alle bekannten Zweige technischer Arbeit und der Umstand, daß jede nur denkbare Form chemischer fabrikatorischer Tätigkeit in Deutschland ausgeübt wird, macht das Studium der deutschen chemischen Industrie so außerordentlich interessant.

Da die chemische Industrie in großem Maße für den Export arbeitet, trägt sie einen erheblichen Anteil zur Vergrößerung des Nationalwohlstandes bei. Wenn sie selbst auch nur vereinzelt Gewährung von Schutzzöllen beansprucht, so wird ihre Arbeit durch die Schutzzölle anderer Länder manchmal sehr erschwert.

An der Wertsteigerung, die der Gesamtaußenhandel Deutschlands für das Jahr 1905 aufzuweisen hat (Einfuhr 7046,35 Mill. Mark, gegen 6864,27 Mill. Mark im Jahre 1904; Ausfuhr 5692,54 Mill. Mark, gegen 5315,44 Mill. Mark), ist die chemische Industrie in sehr erheblichem Maße beteiligt und sogar stärker als die Gesamtheit aller übrigen Positionen. Die Einfuhr von „Drogerie-, Apotheker- und Farbwaren“ ist um 19,89 Mill. Mark gestiegen, die Ausfuhr gleichzeitig um nicht weniger als 51,18 Mill. Mark.

Besonders interessant dürfte nachstehende Statistik sein, die uns Aufschlüsse erteilt über den

Anteil Deutschlands an der Gesamteinfuhr nach den Vereinigten Staaten 1904/05.

	Gesamteinfuhr	Deutsche Einfuhr	Deutscher Anteil	Bemerkungen
	Dollars		Proz.	
Alizarin und Alizarinfarben	625 076	578 522	92	unverändert
Kohlenteerfarben	5 705 091	4 387 191	77	„
Glyzerin	2 052 011	31 057	1,5	Abnahme
Indigo	873 781	584 740	67	Zunahme
Chlorkalk	776 281	144 822	18,7	Abnahme
Chlorkali	3 239 944	3 208 244	99	Zunahme
Andere Kaliverbindungen	1 834 779	1 518 015	83	„
Chinaalkaloide (Chinin usw.)	671 310	383 279	57	„
Natriumverbindungen	230 570	56 372	24,5	„
Nicht besonders genannte Chemikalien u. Drogen				
zollfrei	7 815 709	2 527 982	32	„
zollpflichtig	8 266 701	3 646 025	44	Abnahme
Ätherische Öle und Essenzen				
zollfrei	1 582 449	196 340	12,3	Zunahme
zollpflichtig	952 274	351 821	37	„
Farben, einschließlich Anstrichfarben	1 524 301	628 937	41	Abnahme

Zur Erläuterung dieser Statistik sei folgendes bemerkt: Die Einfuhr von Chemikalien und Drogen hat im Jahre 1905 um ein Geringes abgenommen und betrug dieselbe 64 794 560 Dollar gegen 65 294 558 Doll. im Jahre 1904. Eine Steigerung der Einfuhr fand in ätherischen Ölen und Essenzen statt, deren Absatz im Jahre 1905 2 534 723 Dollar gegen 2 396 748 Dollar im Jahre 1904 betragen hat. Eine kleine Abnahme trat in der Einfuhr von Farben ein, die nur 1 524 301 Dollar im Jahre 1905 gegen 1 674 193 Dollar im Jahre 1904 betrug. Die Veränderungen sind im ganzen so gering, daß die Absatzverhältnisse als stabil betrachtet werden können. Zu den bemerkenswerteren Verschiebungen gehören die folgenden:

Die Einfuhr von Tonerdehydrat hat vollständig aufgehört, während die Einfuhr von Borax sich erheblich vermehrte. Die Einfuhr von Formaldehyd ist infolge der Aufnahme der Fabrikation in den Vereinigten Staaten auf rund 400 Dollar im Werte zurückgegangen, während sie im Jahre 1903 noch über 100 000 Dollar und im Vorjahre noch 55 000 Doll. im Werte betrug. Glyzerin ist in rohem und gereinigtem Zustande in verminderter Menge eingeführt worden. Trotz der Zollfreiheit für Rohschwefel ist es den amerikanischen Schwefelproduzenten gelungen, die Einfuhr von Rohschwefel, meist sizilianischer Herkunft, von 180 000 Tons auf 91 000 Tons herunterzudrücken. Der amerikanische Schwefel wird in Sulphur Mines, Louisiana, durch Ausschmelzen mittelst überhitzten Wassers aus Lagerungen von ziemlicher Tiefe, die bergmännisch nicht

erreicht werden können, gewonnen. Ganz bedeutend ist die Einfuhr von Kunstdüngemitteln gestiegen, deren Absatz sich besonders in den Tabak- und Baumwollplantagen erheblich gesteigert hat.

Vor allem bemerkenswert ist der prozentuale, überaus starke Anteil Deutschlands an der Farbeneinfuhr.

Um das gewonnene wirtschaftliche Bild zu vervollständigen, mögen noch einige statistische Daten über die Bewegung von Ein- und Ausfuhr nach Menge und Wert hier angefügt werden.

	1904		1903		1902	
	Menge Dopp.-Ztr.	Wert 1000 M.	Menge Dopp.-Ztr.	Wert 1000 M.	Menge Dopp.-Ztr.	Wert 1000 M.
Einfuhr . .	488331	25890	470296	25625	483260	23516
Ausfuhr . .	1837545	68780	1659504	64414	1470649	66072

	1901		1900	
	Menge Dopp.-Ztr.	Wert 1000 M.	Menge Dopp.-Ztr.	Wert 1000 M.
Einfuhr . .	497550	21624	439337	25370
Ausfuhr . .	1400630	61218	1365820	57139

Nach vorstehender Aufstellung ist somit die Einfuhr im Werte nur um rund 265000 Mk. gestiegen; die Ausfuhr dagegen um 4366000 Mk. Stellt man Mengen und Werte in Parallele, so zeigt sich, daß die Einfuhr von Chemikalien aus den Vereinigten Staaten der Menge nach um rund 25 Proz. der Ausfuhr dorthin beträgt, aber dem Werte nach 37 Proz., woraus sich ergibt, daß es sich bei der Einfuhr aus den Vereinigten Staaten im Durchschnitt um höherwertige Objekte handelt, als bei unserer Ausfuhr dorthin. Von der Chemikalienausfuhr nach den Vereinigten Staaten entfielen in den letzten 5 Jahren dem Werte nach u. a. auf:

	1904	1903	1902	1901	1900
	Millionen Mark				
Ätherische Öle, nicht besond. genannt	2,17	1,29	0,98	0,65	0,56
Cyankalium	0,86	1,40	2,07	2,05	1,22
Pottasche	1,59	1,82	1,59	1,87	1,62
Alizarin	3,86	3,73	4,67	4,21	2,26
Anilin usw.; Salze usw.	3,79	3,60	3,89	3,46	3,37
Anilin- und andere Teerfarbstoffe .	18,31	16,95	18,34	16,41	16,74
Chininsalze	1,34	0,62	2,04	2,29	2,57
Chlorkalium	11,86	9,93	8,62	8,98	9,29
Indigo	3,46	3,12	3,13	3,37	2,46
Kali, schwefelsaures	4,89	4,42	3,70	3,16	3,01
Bronze-Chromfarben	1,11	1,12	1,06	1,07	1,11

Mehr als 27 Proz. vom gesamten Ausfuhrwert entfallen allein auf Anilin- und andere Teerfarbstoffe und etwa 17 Proz. auf Chlorkalium.

Von der Chemikalieneinfuhr aus den Vereinigten Staaten entfielen in den letzten 5 Jahren dem Werte nach u. a. auf:

	1904	1903	1902	1901	1900
	Millionen Mark				
Ätherische Öle, nicht besond. genannt	0,72	0,65	0,67	0,57	0.44
Holzgeist	1,37	1,57	1,53	1,64	1,85
Kalk, Holzessigsäure	3,07	2,81	2,47	2,66	1,84
Terpentinöl usw.	16,81	16,37	14,49	12,12	16,94

Außerdem geben wir hier einige Details für weitere drei, in unserem Außenhandel mit an erster Stelle stehende Staaten.

Großbritannien. Die Gesamteinfuhr nach Deutschland betrug im Jahre 1905 718,37 (1904 614,91) Mill. Mk.; die Ausfuhr von Deutschland nach Großbritannien 1042,44 (985,48) Mill. Mk. exkl. des Edelmetallverkehrs. Für uns kommen speziell die Chemikalien, Drogen und Farbwaren in Betracht und sagt uns die Statistik hierüber folgendes:

	1905	1904	1903	1902	1901	1900
			Millionen Mark			
Einfuhr . .	28,22	23,56	23,46	28,00	29,65	31,85
Ausfuhr . .	70,81	63,22	73,40	64,40	62,58	62,44

Wie wir aus vorstehendem ersehen, ist die Einfuhr im letzten Jahre zwar um mehrere Millionen gestiegen, aber doch kleiner als in den Jahren 1901 und 1900; die Ausfuhr dagegen weist eine erhebliche Zunahme gegenüber den früheren Jahren (ausgenommen 1903) auf. Zu den Einfuhrprodukten von Großbritannien zählen hauptsächlich: schwefelsaures Ammoniak 6,70 (1904 4,42) Mill. Mk., Alkaloide 2,25 (1,55) Mill. Mk., kohlensaures Ammoniak 1,24 (0,91) Mill. Mk., Lacke usw. 1,13 (1,14) Mill. Mk., Anilinöl usw. 1,02 (1,25) Mill. Mk., rohes Glyzerin 1,25 (1,02) Mill. Mk., Jod 1,91 (1,13) Mill. Mk., Carbolsäure 1,38 (1,83) Mill. Mk.

Von der Ausfuhr nach Großbritannien entfallen u. a. auf Anilin- und andere Teerfarbstoffe 18,14 (1904 16,54) Mill. Mk., Bleiweiß 3,24 (3,34) Mill. Mk., Alizarin 2,83 (2,67) Mill. Mk., Chlorkalium 2,20 (1,76) Mill. Mk., Indigo 2,49 (1,87) Mill. Mk., Mennige 1,25 (0,83) Mill. Mk., Weinsäure 1,71 (1,51) Mill. Mk., Zinkasche, Zinkweiß 2,81 (2,24) Mill. Mk.

Österreich-Ungarn. Die Einfuhr Deutschlands aus Österreich betrug im Jahre 1905 752,02 (1904 702,99) Mill. Mk., die Ausfuhr nach diesem Lande 580,19 (554,70) Mill. Mk. Auf Chemikalien entfallen u. a.:

	1905	1904	1903	1902	1901	1900
			Millionen Mark			
Einfuhr . .	21,11	21,07	21,14	19,39	19,51	19,46
Ausfuhr . .	45,41	40,16	36,79	34,25	33,44	31,36

Während die Einfuhr von Österreich seit 1901 ein Plus von 1,65 Mill. Mk. aufzuweisen hat, erhöhte sich die Ausfuhr nach diesem Lande seit 1900 um 14,05 Mill. Mk. Von der Einfuhr entfallen u. a. auf Leim 0,77 (1904 0,46) Mill. Mk., schwefelsaures Ammoniak 3,63 (3,00) Mill. Mk., Calciumcarbid 0,91 (0,89) Mill. Mk., Gerbstoffauszüge 1,37 (1,16) Mill. Mk., Holzgeist 1,50 (1,96) Mill. Mk., Mineralwasser 2,56 (2,34) Mill. Mk.

Von der Ausfuhr entfallen u. a. auf Anilin und andere Teerfarbstoffe 13,08 (1904 9,87) Mill. Mk., Quebrachoholzauszug 2,09 (1,34) Mill. Mk., Indigo 2,28 (3,02) Mill. Mk., Schießpulver 1,36 (0) Mill. Mk., Superphosphat 3,50 (3,01) Mill. Mk., Alizarin 1,30 (0,86) Mill. Mk.

Rußland ausschließlich Finnland. Die Einfuhr aus Rußland nach Deutschland betrug im Jahre 1905 972,53 (1904 804,06) Mill. Mk.; die Ausfuhr nach Rußland 346,32 (300,12) Mill. Mk. Der Chemikalienhandel beziffert sich folgendermaßen:

	1905	1904	1903	1902	1901	1900
			Millionen Mark			
Einfuhr . .	6,71	7,45	6,49	6,03	6,20	6,15
Ausfuhr . .	38,93	33,76	31,81	30,94	26,85	25,15

Demnach hat die Chemikalienausfuhr nach Rußland in den 6 Jahren um rund 13,80 Mill. Mk. zugenommen, während die Einfuhr von dort annähernd dieselbe geblieben ist. Den größten Anteil an der Einfuhr haben u. a. Knochenmehl mit 1,41 (1904 1,39) Mill. Mk., Terpentinöl mit 1,48 (1,47) Mill. Mk.

Von der Ausfuhr entfallen u. a. auf Anilin und Anilinsalze 7,28 (1904 5,76) Mill. Mk., Anilin- und andere Farbstoffe 3,66 (3,91) Mill. Mk., Sprengstoffe 1,17 (0,62) Mill. Mk., Alizarin 2,59 (2,37) Mill. Mk., Alkaloide 1,42 (1,00) Mill. Mk., Quebrachoholzauszug 1,28 (0,96) Mill. Mk., Indigo 2,53 (2,72) Mill. Mk., Superphosphat 0,97 (0,65) Mill. Mk. und Zinkasche 0,99 (0,70) Mill. Mk.

Aus diesen allgemein gehaltenen Ausführungen sehen wir zur Genüge, daß gerade die deutsche chemische Industrie als Tochter der Wissenschaft sich eine führende Rolle errungen hat. Infolge der arbeitsreichen Forschung hunderter von Gelehrten wird es niemals dazu kommen, daß ein Stillstand in der chemischen Industrie eintreten wird, da jeder Tag neue Ausblicke auf die Eigenschaften der Materie und das Wirken chemischer Kräfte bringt. Mit Recht wird in der chemischen Industrie auf wissenschaftliche Vertiefung gesehen, denn „alles verstehen“ bedeutet

nichts anderes als „alles können!“ Demzufolge ist das Ziel unseres Industriezweiges die Vervollkommnung der bereits ausgeübten Prozesse, die Ausgestaltung der Verfahren zur Herstellung bekannter Produkte. Wir werden an nachstehenden Beispielen das soeben Gesagte bestätigt finden.

Die Schwefelsäure ist ein Produkt, das bereits im 17. und 18. Jahrhundert fabrikmäßig hergestellt wurde. Die Grundlage des Bleikammerverfahrens wurde in England im Jahre 1746 gelegt, wo auch die erste Verbesserung dieser Methode stattfand. Bis zum 19. Jahrhundert wurde das Verfahren beibehalten und entwickelte sich auch in Deutschland die Schwefelsäurefabrikation vorzüglich. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts vollzog sich dann von Deutschland aus eine Umwälzung in der Fabrikation der Schwefelsäure, indem das schon längere Zeit von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen ausgeübte Kontaktverfahren im Jahre 1898 bekannt wurde. Der Verein chemischer Fabriken in Mannheim, Wilhelm Grille, die Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. bauten dieses neue Verfahren aus, während Theodor Meyer, Niedenführ, Lüty u. a. als Anhänger des Bleikammerverfahrens dasselbe bedeutend vervollkommneten. Beide Verfahren finden heute Anwendung und man weiß immer noch nicht recht, welchem von beiden der Vorzug zu geben ist, umsomehr, als auf beiden Seiten energisch gearbeitet wird, so daß fast zu jeder Zeit Neuerungen zu Tage gefördert werden. Dies macht sich ganz besonders in der Apparatentechnik bemerkbar, weil gerade in dieser Industrie die Apparate eine große Bedeutung haben.

Während bis vor wenigen Jahren der uneingeschränkte Konkurrenzkampf im wirtschaftlichen Leben die hervorragendste Rolle spielte, gelangte in neuerer Zeit das System der Fusionierungen, der Bildung von Trusts, Syndikaten, Betriebs- oder Interessengemeinschaften, oder wie immer man den Zusammenschluß einzelner Erwerbsgesellschaften zu einem machtvollen Ganzen auch nennen mag, zu immer allgemeinerer Herrschaft. Den großen Vereinigungen der Montanindustrie, der Elektrizität, der Spirituserzeugung usw. hat sich nunmehr auch die im Welthandel an erster Stelle stehende chemische Industrie angeschlossen.

Zwischen der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen und den Farbenfabriken vormals Friedr. Bayer in Elberfeld ist eine Betriebs- und Interessengemeinschaft herbeigeführt worden. Eine ähnliche Abmachung kam vor kurzem zwischen den Höchster Farbwerken und der Firma Leopold Casella & Co. zu Stande und erstere Gesellschaft hat ihrerseits wiederum mit der Badischen Anilin- und Sodafabrik eine Ver-

ständigung über einen von beiden Etablissements hergestellten Hauptartikel, den synthetischen Indigo, erzielt.

Diese Zusammenschließung bezweckt vor allem Ersparnisse im Betriebe, gegenseitige Lieferung von Fabrikaten und Milderung der heftigen Konkurrenz und lassen im übrigen die Selbständigkeit der einzelnen Gesellschaften unberührt. Man hofft durch sie Gleichmäßigkeit der Gewinnergebnisse und stetige Fortentwicklung des Absatzes zu sichern.

Dieser Annäherung zwischen den ersten Firmen der chemischen Industrie Deutschlands wird voraussichtlich ein völliger Zusammenschluß der gegenwärtig nur noch in zwei Hauptgruppen sich scheidenden Großunternehmungen, vielleicht sogar unter Einbeziehung weiterer Werke, folgen. Wenn es gelingt, auch fernerhin in den künftigen Handelsverträgen die Interessen der chemischen Industrie hinreichend zu wahren, so werden mit der tunlichsten Ausschaltung des Konkurrenzkampfes die Bedingungen gegeben sein, die es der chemischen Industrie ermöglichen, ihre Weltstellung immerdar zu behaupten.

Die Badische Anilin- und Sodafabrik besteht seit 1865 und unterhält Zweigniederlassungen in Neuville sur Saône und in Butirki bei Moskau. Sie ist ferner bei der Duisburger Kupferhütte mit 1 280 000 Mk. Aktien beteiligt. Einen hervorragenden Zweig ihrer Produktion bildet die Herstellung des künstlichen Indigo. Ihr Aktienkapital beträgt 21 Mill. Mark. Daneben ist eine Anleihe von 10 Mill. Mark im Umlauf. Das Aktienkapital der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co., Elberfeld beträgt gleichfalls 21 Mill. Mark. Wir werden später im speziellen Teile Gelegenheit haben, auf die Details zurückzukommen.

Nach der Deutschen Gewerbestatistik wird die chemische Industrie in folgende Untergruppen eingeteilt:

a) Chemische Großindustrie,
b) Sonstige chemische und pharmazeutische Präparate,
c) Apotheken,
d) Farbmaterialien, einschließlich Kohle und Graphit, sowie der Teerderivate,
e) Sprengstoffe und Zündwaren,
f) Abfälle und künstliche Düngestoffe.

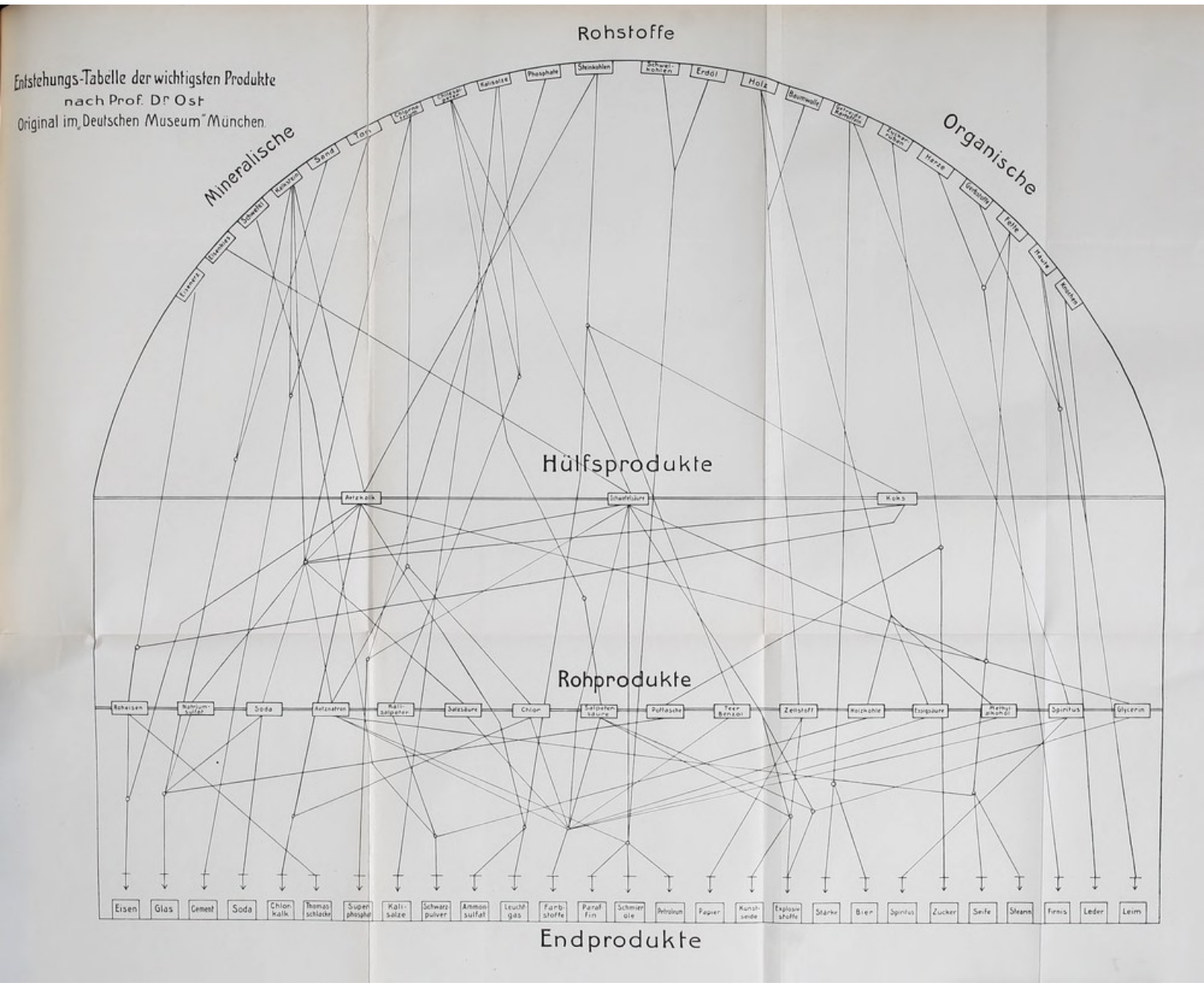
Ein Bild von dem Umfange der chemischen Industrie und ihrer Bedeutung für das Wirtschaftsleben Deutschlands ergibt sich bei einem Vergleich mit der Gesamtindustrie und einigen gutbegrenzten anderen Industrien.

	1895 beschäftigte Personen	Proz. der ges. Industrie
In der Chemischen Industrie . . .	115231	1,1
„ „ Textilindustrie	993257	9,7
„ „ Papierindustrie	152909	1,5
„ „ Lederindustrie	160343	1,6
Bergbau, Hütten, Salinen	540388	5,2
Im Handelsgewerbe	1332993	13,0
In der gesamten Industrie Deutschlands	10269269	100,0

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß die chemische Industrie zu den kleineren unter den Großindustrien Deutschlands gehört; ein wesentlich anderes Bild würde sich indessen ergeben, wenn wir dem gewöhnlichen Sprachgebrauch folgend, alle Gewerbe, welche sich in der Hauptsache chemischer Kräfte bedienen, zur chemischen Industrie rechnen wollten. Es würden dann außer den Eisen-Metallhüttenwerken noch die Zuckerfabriken, Zellstofffabriken, Mörtelwerke, Gerbereien, Färbereien, Brennereien, Brauereien u. a. m. hinzukommen.

Wie wir aus der oben angeführten Einteilung der chemischen Industrie ersehen, tritt an erste Stelle die chemische Großindustrie; diese Bezeichnung soll nicht bedeuten, daß es sich lediglich um die Industrie der chemischen Großbetriebe handelt, da auch in den übrigen Gruppen Großbetriebe vorkommen, sondern das Produkt lediglich die Grundlage der Einteilung bildet. Unter c—f finden wir dagegen Präparate, welche nur einem ganz speziellen Zwecke dienen, unter a und b diejenigen Substanzen, welche die mannigfaltigste Verwendung finden und einfach als Chemikalien bezeichnet werden. Unter der Gruppe b, chemische und pharmazeutische Präparate, verstehen wir die tausenderlei unorganischen und organischen Verbindungen, welche von der gesamten Technik wie von der Wissenschaft meist in reinem Zustande und in kleineren Mengen verlangt werden; die chemische Großindustrie weist dagegen eine größere Einheitlichkeit auf. Demnach gehören zur Gruppe a: die Alkalien, Mineralsäuren, wie Schwefel-, Salz-, Salpetersäure, zu b gewisse Salze: Alaun, Antichlor, Blutlaugensalz, Borax, Chlorkalium, Eisenvitriol, Kohlensäure, Kupfervitriol, Salpeter, Sulfat etc.

Hiermit schließen wir den allgemeinen Teil ab und wenden uns den speziellen Gruppen der chemischen Industrie zu.


Entstehungs-Tabelle der wichtigsten Produkte
nach Prof. Dr Ost
Original im „Deutschen Museum" München.
Rohstoffe
Mineralische
Organische
Eisenerz
Eisenkies
Schwefel
Kalksteine
Sand
Ton
Chilesalpeter
Kainit
Phosphate
Steinkohlen
Schwefelkiesen
Erdöl
Holz
Baumwolle
Getreide Kartoffeln
Zuckerrüben
Harze
Gerbstoffe
Fette
Häute
Knochen
Hülfsprodukte
Aetzkalk
Schwefelsäure
Koks
Rohprodukte
Roheisen
Natrium-sulfat
Soda
Aetznatron
Kali-salpeter
Salzsäure
Chlor
Salpeter-säure
Pottasche
Teer Benzol
Zellstoff
Holzkohle
Essigsäure
Methyl-alkohol
Spiritus
Glycerin
Endprodukte
Eisen
Glas
Cement
Soda
Chlor-kalk
Thomas-schlacke
Super-phosphat
Kali-salze
Schwarz-pulver
Ammon-sulfat
Leucht-gas
Farb-stoffe
Paraf-fin
Schmier-öle
Petroleum
Papier
Kunst-seide
Explosiv-stoffe
Stärke
Bier
Spiritus
Zucker
Seife
Stearin
Firnis
Leder
Leim

Chemische Großindustrie.

Wenn wir die geschichtliche Entwickelung der chemischen Großindustrie skizzieren wollen, so geben wir damit eine Geschichte ihrer Fabrikationsmethoden, die vom wirtschaftlichen Standpunkte aus überaus wichtig sind.

Nachdem man anfänglich Schwefelsäure durch Verbrennen von Schwefel mit Salpeter in Bleikammern hergestellt hatte, waren es die Chemiker Clément und Désormes, die im Jahre 1793 fanden, daß sich dieser Prozeß viel billiger mit Anwendung des Luftsauerstoffs und nur wenig Salpeter ausführen läßt. Sie stellten fest, daß die bei der Verbrennung von Schwefel entstehende (gasförmige) schweflige Säure bei Anwesenheit von Wasserdampf mit dem Sauerstoff der Luft sich langsam zu Schwefelsäure verbindet und daß Salpetersäure den Prozeß insofern beschleunigt, als sie fortwährend Sauerstoff an die schweflige Säure abgibt und dafür wieder aus der Luft aufnimmt. Die Forscher machten den Vorschlag, den Kammerprozeß dadurch kontinuierlich zu gestalten, daß der Schwefel in einem Ofen verbrannt wurde und die Verbrennungsgase mit den erwähnten Beimischungen durch eine Bleikammer langsam hindurchstreichen sollten. Wie wertvoll für diese Fabrikation derartige Beobachtungen über das chemische Verhalten der salpetrigen Säure zur schwefligen Säure und zu Schwefelsäure waren, geht auch daraus hervor, daß im Jahre 1827 Gay-Lussac auf Grund solcher Studien den nach ihm benannten Absorptionsturm konstruierte, mittelst dessen aus den braunen, am Kammerausgang entweichenden Gasen die Salpetersäure zurückgewonnen wird. Ferner zeigte Glover 1859, wie man die Hitze der Ofengase zur Konzentration der verdünnten Kammersäure ausnützen könne; dadurch wurde der ganze Schwefelsäurebetrieb rationell gestaltet.

Perret und Sohn zu Chessy fanden in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts, daß man als Ersatz für den Schwefel auch schwefelhaltige Erze wie Eisen-, Schwefel-, Kupfer-Kies, Zinkblende, Bleiglanz verwenden könne; daß dieser Hinweis für die deutsche Industrie von hoher Bedeutung war, geht schon daraus hervor, daß man mit einem Male unabhängig von dem sizilianischen Schwefel-Monopol wurde und daß man einen Prozeß zur Verwertung und damit zur Beseitigung des lästigen Hüttenrauchs gefunden hatte.

Auch andere Forscher, Péligot, Cl. Winkler, R. Weber, Lunge, Schertel, Raschig u. a. haben diesen Fabrikationszweig durch ihre Arbeiten in hohem

Maße gefördert. Im Jahre 1875 stellte Winkler fest, daß sich schweflige Säure und Sauerstoff, wenn sie bei dunkler Rotglut über fein verteiltes Platin geleitet werden, zu Schwefeltrioxyd vereinigen, das zur Darstellung der Schwefelsäure verwendet werden kann. Naturgemäß dauerte es lange Jahre, bis man diesen kostspieligen Prozeß in der Praxis verwerten konnte. Der Badischen Anilin- und Sodafabrik gelang es zuerst, laut Patent vom Jahre 1898, durch eine intensive Reinigung der Ofengase und genaue Einhaltung der Reaktionstemperatur diesen Prozeß praktisch durchführbar zu machen.

Dieses neueste Verfahren der Schwefelsäurefabrikation ist das Kontaktverfahren, welches nach R. Knietsch schon seit dem Jahre 1831 studiert sein soll und unter seiner Leitung von der Badischen Anilin- und Sodafabrik eingerichtet wurde. Als wirksamste Kontaktsubstanz verwendet diese Fabrik, ebenso wie es Winkler tat, fein verteiltes Platin. In neuerer Zeit werden, wie aus den Patentanmeldungen hervorgeht, andere Kombinationen vorgeschrieben, welche eine größere Wirksamkeit besitzen sollen. N. O. Witt gibt in seinem trefflichen Buche: „Die chemische Industrie Deutschlands zu Beginn des 20. Jahrhunderts", Seite 64 einen interessanten Ausblick für die Zukunft mit folgenden Worten: „Offenbar befindet sich der moderne Schwefelsäureprozeß, so großartig die mit ihm erzielten Erfolge auch sein mögen, noch im Zustande lebhaftester Entwicklung. Es wird von den Fortschritten, die dabei noch gemacht werden, abhängen, ob der Bleikammerprozeß rascher oder weniger rasch aus der chemischen Industrie verschwindet.

Einige statistische Daten mögen zeigen, welch hervorragende Stellung die Schwefelsäurefabrikation in der chemischen Großindustrie einnimmt:

An Schwefelkies wurden im Jahre 1901 eingeführt: 488 633 Tonnen im Werte von 17 307 000 Mark; ausgeführt: 23 680 Tonnen im Werte von 423 000 Mark; gewonnen wurden in Deutschland im Jahre 1900 849 900 Tonnen Schwefelsäure im Werte von 24 282 000 Mark. Die Größe des Verbrauchs an Schwefelsäure beziffert sich im Deutschen Reiche für das Jahr 1900 auf 832 796 Tonnen im Werte von 23 256 000 Mark. (Vergl. Witt a. a. O., S. 67.)

Der Schwefelsäure reiht sich die Salpetersäure an. Wenn dieselbe auch infolge des verhältnismäßig hohen Preises in den Hintergrund tritt, so ist sie doch als Oxydationsmittel in tausenden von Fällen unersetzlich. Die Salpetersäure wird im Großen aus dem Chilisalpeter gewonnen und zwar nach dem seit alter Zeit angewendeten Verfahren, daß man den Chilisalpeter mit Schwefelsäure erhitzt, wodurch sich letztere mit dem

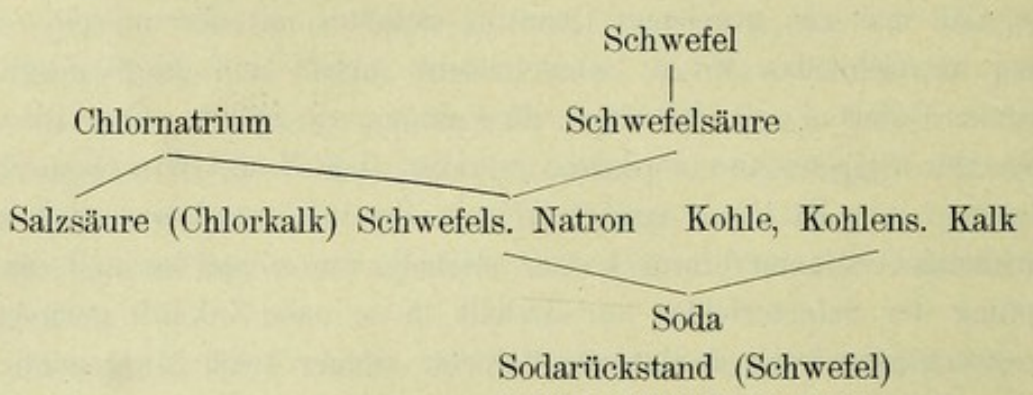
Natrium zu schwefelsaurem Natrium verbindet, während die Salpetersäure frei wird. Die fabrikmäßige Darstellung der Salpetersäure geschieht in der Weise, daß man ein gegebenes Quantum Salpeter mit der zu seiner Zersetzung hinreichenden Menge Schwefelsäure mischt und das Gemisch aus geeigneten Gefäßen, seit Valentiner im Vakuum, destilliert. Über die Aussichten der Salpetersäurefabrikation spricht sich N. O. Witt bemerkenswert aus: „. . . Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß unser gegenwärtiger Salpeterverbrauch nur deshalb ein so großer und die Erschöpfung der Salpeterfelder nur deshalb in so nahe Zukunft gerückt ist, weil der gegenwärtig produzierte Salpeter immer noch billig genug ist, um in ausgedehntem Maße von der Düngerstoffindustrie benutzt zu werden. Sobald sein Preis etwas steigt, wird die Fabrikation künstlicher Dünger ihren Stickstoffbedarf mehr und mehr mit Hilfe der in immer größerer Menge gewonnenen Ammoniakverbindungen befriedigen, während die Produktion an Salpeter mehr und mehr für die Zwecke der chemischen Industrie reserviert bleiben wird. Die Oxydation des Ammoniaks zu Nitraten wird zwar durchgeführt werden, aber nicht von menschlichen Anlagen, welche Kosten verursachen, sondern ebenso wie es in früherer Zeit geschehen ist, von den allgegenwärtigen Nitrifikationsorganismen, welche bereit sind, kostenlos für die Bedürfnisse der Pflanzenwelt zu arbeiten. Der Salpeter aber wird, wenn sein Verbrauch auf die Bedürfnisse der chemischen Industrie eingeschränkt sein wird, länger vorhalten, als man jetzt annehmen zu dürfen glaubt."

Ein weit umfassendes Gebiet stellt die Sodaindustrie in der Chemischen Großindustrie dar; aus diesem Grunde werden wir uns mit derselben auch etwas eingehender beschäftigen müssen.

Der Begründer dieses hervorragenden Industriezweiges ist

Nicolaus Leblanc, geboren am 6. Dezember 1742 in Yvoy-le-Pré, Depart. Cher, gestorben im Jahre 1806. Er studierte Medizin und wurde 1780 Chirurg des Herzogs von Orléans. 1789 machte Leblanc, nachdem er schon 6 Jahre an dem Problem gearbeitet hatte, die denkwürdige Entdeckung, daß Soda durch Zusammenschmelzen von schwefelsaurem Natron mit Kohle und kohlensaurem Kalk gewonnen werden kann. Der Herzog von Orléans stellte ihm zur technischen Durchführung dieses Verfahrens 200 000 Francs zur Verfügung. Leblanc errichtete nun im Jahre 1791 mit Dizé und Schée eine Fabrik in Franciade (St. Denis), welche täglich 250—300 kg Soda lieferte. Während man früher die Erzeugung von Nebenprodukten bei einem chemischen Prozeß für nachteilig hielt, erwies sie sich hier als sehr fruchtbar; denn dadurch wurde das Aufblühen einer großen weit-

verzweigten Industrie, der Salzsäureindustrie, bedingt. Der Leblancprozeß vollzieht sich folgendermaßen:



Nachdem dieser Prozeß 70 Jahre durchgeführt wurde, ist es Ernest Solvay nach 10jähriger Arbeit gelungen, eine längst bekannte, in wässeriger Lösung leicht vor sich gehende Umsetzung in der Praxis zur Geltung zu bringen, indem er ein Verfahren zur Umwandlung des Chlornatriums im Soda ohne Vermittlung des schwefelsauren Natrons schuf, das Ammoniaksodaverfahren. Gleichzeitig mit Solvay arbeitete in Deutschland Moritz Honigmann an demselben Problem und errichtete die erste deutsche Ammoniaksodafabrik im Jahre 1870 zu Grevenberg bei Aachen.

Leitet man in eine gesättigte Kochsalzlösung erst Ammoniakgas und dann Kohlensäure ein, so fällt doppeltkohlensaures Natron nieder, welches beim Erhitzen Soda liefert. Was den eigentlichen Prozeß betrifft, so ist derselbe sehr einfach und geht kontinuierlich in geschlossenen Apparaten vor sich; er liefert nur ein Abfallprodukt (Chlorammonium), sonst keine Zwischen- und Nebenprodukte. Das Leblancverfahren hat sich bis jetzt nur noch aufrecht erhalten können durch die Salzsäureproduktion, auf welche sich die wichtige Chlorkalkerzeugung nach den Methoden von Weldon und Deacon gründet, außerdem kann es auch wegen der großen in ihm angelegten Kapitalien nicht plötzlich aufgegeben werden. Ein großer Mißstand des Leblanc'schen Verfahrens ist der, daß es große Rückstände, die sich bei größeren Fabriken zu mächtigen Halden anhäufen, hinterläßt.

Indessen ist auch die Wissenschaft in der Erforschung der Sodaentstehung weiter fortgeschritten; erinnert möge nur sein an die Arbeiten von Hargreaves und Robinson. Guckelberger, Mond, Schaffner und Helbig waren bemüht, die eben erwähnten Sodarückstände zu verwerten und zugleich unschädlich zu machen. Zweifellos hat Chance auf diesem Gebiete den größten Erfolg gehabt, indem er ein Verfahren ausarbeitete,

das darauf abzielte, die nahezu vollständige Wiedergewinnung des Schwefels aus den Rückständen zu ermöglichen. Dadurch wird höchstwahrscheinlich die durch den Ammoniaksodaprozeß stark bedrohte Existenz des Leblanc'schen Sodaverfahrens wieder für einige Zeit gefestigt werden.

Ebenso, wie die Produktion der Ammoniaksoda zugenommen hat, ist der Bedarf an Ammoniak in der Technik ein größerer geworden, wozu auch die großartige Entwicklung der künstlichen Düngerindustrie viel beigetragen hat. Meyer sagt in bezug auf die Entwicklung dieser Industrie in seiner Geschichte S. 515: „Die Folge war eine intensivere Verarbeitung der ammoniakhaltigen Gaswasser, sowie der mit Erfolg gekrönte Versuch, aus Brennstoffen, unter gleichzeitiger Verwertung ihrer Heizkraft, sowie bei der Verkokung von Steinkohlen den darin enthaltenen Stickstoff als Ammoniak zu gewinnen; auch hier erkennt man ein Ineinandergreifen der verschiedensten Industriezweige, mächtig gefördert durch die Hilfsmittel wissenschaftlicher Forschung."

Jedenfalls wird das Fortbestehen des Leblanc'schen Verfahrens undenkbar sein, sobald die Arbeiten von Weldon-Péchiney, Solvay weiter vorgeschritten sein werden, welche die Nutzbarmachung des Chlors aus den Nebenprodukten des Ammoniaksodaprozesses anstreben; ebenso droht auch der Leblanc-Pottasche eine neue Konkurrenz durch den in Staßfurt wieder aufgegriffenen Engelprozeß, welcher sich auf die sehr alte, schon von Berzelius, Wöhler, Fritsche u. a. untersuchte Tatsache gründet, daß Magnesiumbicarbonat sich mit Chlorkalium in wässeriger Lösung in der Weise umsetzt, daß Chlormagnesium entsteht und ein schwerlösliches Kaliummagnesiumbicarbonat sich ausscheidet.

Bertholets Arbeiten über die bleichende Kraft des Chlors und der Chloralkalien gaben Anlaß zur Fabrikation der unter dem Namen „Eau de Javelle" bekannten Bleichflüssigkeit und Tennant war es, der die Darstellung von Chlorkalk in England im Jahre 1799 zuerst einführte.

Mit der Entwicklung der Elektrochemie hält auch die Sodaindustrie gleichen Schritt; denn entgegen den früher erwähnten Verfahren ermöglicht die Elektrolyse die glatte Spaltung der beiden Bestandteile des Kochsalzes und es entsteht einerseits das Chlorgas, andererseits die Ätznatronlauge. Hier möge hervorgehoben sein, daß zuerst die Chemische Fabrik „Elektron" in Griesheim nach mehrjährigen Experimenten die Schwierigkeiten, die in der getrennten Gewinnung der beiden Produkte liegen, überwand und seit 1890 elektrolytischen Chlorkalk und Ätzkalilauge in den Handel brachte. Das Etablissement vollzieht den Prozeß mit Hilfe von porösen Scheidewänden, welche in die gesättigte Salzlösung eingesetzt werden.

Dagegen bediente sich die „Castner-Kellner Kompagnie“ zur Erreichung desselben Zweckes des Quecksilbers. Letzteres bildet den einen Pol im Stromkreise (Kathode) und nimmt das Natrium als Metall in sich auf, um es nach seiner Entfernung aus dem Stromkreise als Natronlauge an Wasser abzugeben.

Daß das elektrolytische Verfahren seinen wirtschaftlichen Wert bewiesen hat, und daß dasselbe auch eine große Zukunft haben wird, ist nicht zu zweifeln, wenn man bedenkt, daß im Jahre 1895 die Einfuhr von Chlorkalk in Deutschland 12 281 Doppelzentner, die Ausfuhr 37 475 Doppelzentner, ein Jahr darauf die Einfuhr 4 360 Doppelzentner, die Ausfuhr dagegen 74 487 Doppelzentner betrug. Wie Krüger in seiner Arbeit: „Die Chemische Großindustrie“, Seite 488 sagt, ist das plötzliche Anschwellen der Ausfuhr auf Rechnung des elektrolytischen Chlorkalks zu setzen, welcher im Jahre 1896 außer der Produktion der alten Chlorkalkfabriken auf den Markt kam, welche ihr Chlor entweder nach Weldon durch Einwirkung von Braunstein auf Salzsäure unter Wiedergewinnung des ersteren oder nach dem Verfahren von Deacon, welcher Salzsäuregas mit Luft gemischt bei etwa 400 ° C. über Tonbrocken leitet, die mit Kupferchlorid getränkt sind; der Chlorkalk entsteht dann durch Überleiten des so gewonnenen Chlorgases über pulverig gelöschten Ätzkalk.

Auch die Bleichereien haben aus dieser Umwälzung ihren Nutzen gezogen, indem sie ihre Bleichlauge selbst aus Kochsalzlösung elektrolytisch zu gewinnen suchen.

Kellner, von Haas und Öttel haben das Verdienst, Apparate konstruiert zu haben, mit welchen der Prozeß der Elektrolyse der Chlornatriumlösung ohne Diaphragma vollzogen wird; in diesem Falle vereinigen sich die Zersetzungsprodukte, Chlor und Natronlauge, zu unterchlorigsaurem Natron, der bleichenden Substanz.

Über die Bedeutung des Chlors sagt Witt in seinem des öfteren angeführten Werke: „Die chemische Industrie“ (S. 51 ff.) folgendes: „Die Ausbreitung des elektrolytischen Verfahrens wird abhängig sein von dem Bedarf des Marktes an Chlor. Wo dieses reaktionsfähige Element als solches benutzt oder in Chlorkalk übergeführt werden kann, werden elektrolytische Methoden mit Vorteil Verwendung finden. Aber der Verbrauch der Welt an Chlor hält sich in Grenzen, die enger sind, als der Verbrauch an kaustischen Alkalien und insbesondere an Alkalicarbonaten. — — — Wer Chlor und wer kaustische Alkalien braucht, ist bereit, einen hohen Energieaufwand zu bezahlen, infolgedessen sind die Marktpreise gegebener Mengen dieser Substanzen höher als die Markt-

preise entsprechender Mengen von Salzsäure und von Carbonaten. Wenn aber das erzielte Chlor und die kaustischen Alkalien wieder in Salzsäure und Carbonate übergeführt werden sollen, dann wird der bereits gemachte Aufwand an Energie nutzlos preisgegeben und es werden daher für diesen Zweck die älteren Verfahren, welche von vornherein mit der Energie sparsamer umgehen, unter allen Umständen vorzuziehen sein."

Mit dem Chlor haben zwei weitere Halogene: das Jod und das Brom in der Technik eine gewisse Bedeutung erlangt; wie wir aus der Geschichte schon erfahren haben, hat sich Gay-Lussac zuerst mit dem Jod beschäftigt, auf dessen Arbeiten sich auch die fabrikmäßige Gewinnung des Produktes stützt; dagegen gebührt A. Frank das Verdienst, das Brom aus den Mutterlaugen der Staßfurter Abraumsalze gewonnen und der Technik zugeführt zu haben. In Verbindung mit Silber spielt das Brom heutzutage in der Photographie eine hervorragende Rolle. Auch hat dieser Gelehrte ebenso wie H. Rose, Rammelsberg, Reichhardt auf den hohen Kaligehalt der nicht geachteten Abraumsalze aufmerksam gemacht; aus diesen Beobachtungen und vorbereitenden Arbeiten entwickelte sich durch das Zusammenwirken hervorragender Chemiker (Frank, Vorster-Grüneberg, Precht, Engel) die Verwertung der Staßfurter Salze zu einer bedeutenden Industrie. Krüger urteilt in seiner „Chemischen Großindustrie" (S. 489) wie folgt: „Die Darstellung der Kalisalze bildet einen besonderen Zweig der chemischen Großindustrie für sich. Das Kali ist als integrierender Bestandteil der Pflanze ein Düngemittel und wegen seines seltenen Vorkommens als Mineral, ein recht wertvolles. Daher ist durch die Entdeckung der Staßfurter Kalisalzlager, welche seit dem Jahre 1861 ausgebeutet werden, dem deutschen Nationalvermögen eine reiche Einnahmequelle erschlossen worden. Diese Lager besitzen eine solche Ausdehnung, daß ihre Erschöpfung in Jahrhunderten nicht zu befürchten ist. Der Wert der geförderten Kalisalze beträgt gegenwärtig 30 Millionen Mark; der Wert der Ausfuhr 8 Millionen.

Zweifellos zog die Landwirtschaft infolge der bahnbrechenden Arbeiten Liebigs den größten Nutzen aus diesem wichtigen Industriezweige und hat sich, wie Meyer in seiner „Geschichte der Chemie" (S. 518) bemerkt, Hand in Hand mit der enorm gesteigerten Herstellung von Superphosphat, neuerdings Thomasschlackenmehl, Ammonsalzen und Natronsalpeter die Industrie künstlicher Düngemittel, die Dreiviertel der Produktion der genannten Kalisalze für sich in Anspruch nimmt, in glänzender Weise entwickelt.

An Stickstoffverbindungen bezieht Deutschland als Chilisalpeter, Kalisalpeter, schwefelsaures Ammoniak jährlich für ca. 76 Millionen Mark.

In bezug auf Rentabilität der chemischen Großindustrie gibt uns Wenzel in der „Chemischen Industrie“ 1900, Seite 421 eine interessante Tabelle. Nach derselben besaß im Jahre 1899 die gesamte chemische Industrie ein eingezahltes Aktienkapital von 295 373 100 Mark und verteilte an ihre Aktionäre 39 921 970 Mark — demnach eine Durchschnittsdividende von 12,52 %.

Die Industrie der chemisch-pharmazeutischen u. dergl. Produkte.

Mit der Geschichte der experimentellen Chemie fällt auch die Geschichte der Anfertigung chemischer Präparate zusammen. Wir haben aus der Geschichte erfahren, daß man schon im grauen Altertum Bleiweiß, Zinnober, Mennige, Smalte, Grünspan, Eisenoxyd, Schminke, Bleiglätte, Alaun, Soda, Salpeter kannte; im alchemistischen Zeitalter waren schon Säuren, wie das Scheidewasser, Königswasser bekannt; ferner wären aus dieser Zeit zu erwähnen: das destillierte Wasser, die ätherischen Öle und andere durch Destillation gewonnene Produkte, vor allem der Weingeist, dem die wunderbarsten Wirkungen zugeschrieben wurden. Alsdann war es die Iatrochemie, die vorzugsweise chemische Präparate als Arzneimittel zu verwenden suchte. Ja, wir möchten sagen, daß es gerade die Iatrochemie war, welche die eigentliche pharmazeutische Chemie ins Leben gerufen hat. Es wurden so die Laboratorien der Ärzte uud die sich hieraus infolge der notwendigen Arbeitsteilung entwickelnden Apotheken die ersten Offizinen zur Herstellung der chemischen und pharmazeutischen Präparate.

Von den unorganischen Verbindungen ist vor allem die Gewinnung der Salzsäure aus Steinsalz und Schwefelsäure, sowie die von rauchender Salpetersäure aus Kalisalpeter und Arsenik zu nennen. Die Schwefelsäure stellte Libavius aus Alaun, Eisenvitriol sowie Schwefel und Salpeter dar. Von den Chloriden mögen die von Glauber gekannten, wie Zink- und Zinnchlorid, Arsen- und Kupferchlorür angeführt werden.

Da gerade die pharmazeutische Industrie sich in den letzten Jahrzehnten vorzüglich entwickelt hat, wollen wir der Vollständigkeit halber diejenigen Chemikalien anführen, die als Heilmittel Verwendung finden. Wir stützen uns bei diesen Ausführungen hauptsächlich auf das vor kurzem erschienene treffliche Werk von Dr. P. Kohn „Die Verwendung

von Chemikalien als Heilmittel“ (Verlag Ferd. Enke, Stuttgart, 1906). Die Chemikalien, welche zu Arzneizwecken Verwendung finden, teilt man in unorganische Metalloid- und Metallverbindungen und organische Präparate ein.

Zu den ersteren, also zu den unorganischen Stoffen zählen das Wasser, die Salze, die Alkalien, die Säuren, Halogene und die gewöhnlichen Oxydationsmittel.

Unorganische Präparate. Nachdem das Wasser lange Zeit als Element betrachtet worden war, gelang es Cavendish, dasselbe durch Verbrennung von Wasserstoff im Jahre 1780 zu erhalten und somit seine Zusammensetzung festzustellen. Drei Jahre später ermittelte Lavoisier die Bestandteile des Wassers sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Beziehung und im Jahre 1805 lehrten Gay-Lussac und Humboldt die volumetrischen Beziehungen zwischen Wasserstoff und Sauerstoff im Wasser kennen.

Um nun eine gleichmäßige Zusammensetzung der Medikamente, so auch des Wassers zu erhalten, war man darauf bedacht, das Wasser durch Destillation wenigstens von den meisten darin enthaltenen fremden Substanzen, zu befreien. Nach den Vorschriften der Pharmakopöen muß das destillierte Wasser frei sein von Kohlensäure, Schwefel-, Salpeter- und salpetriger Säure, Chloriden, Schwermetallen, Ammoniak und organischen Substanzen. Diese Reinheit des destillierten Wassers kann man nicht auf gewöhnlichem Wege erzielen, sondern nur unter Anwendung von Platin- und Silberretorten und Vorlagen aus gleichem Metalle. Das destillierte Wasser findet hauptsächlich als Lösungsmittel für andere Körper, die im Organismus zur Wirkung gelangen sollen, Anwendung. Ferner kommen in der Natur häufig auch Quellwässer vor, die sich auszeichnen durch ihren hohen Gehalt an gelösten Stoffen, der sie befähigt, auf die Geschmacksempfindung reizend zu wirken oder bestimmte Heilwirkungen zu erzielen; ferner solche, die sich durch ihre hohe Temperatur oder durch letztere und den Gehalt wertvoller Stoffe hervortun. Diese Wässer bezeichnet man mit dem allgemeinen Namen Mineralwässer; man teilt sie ein in Heil- und Luxusgetränke. Die Wässer mit hohen Temperaturen heißen Thermalwässer, so z. B. die von Karlsbad in Böhmen, welche mit 72—75° emporsprudeln. Säuerlinge sind solche Wässer, welche sich durch ihren säuerlichen und prickelnden Geschmack auszeichnen. Enthalten sie neben freier CO_2 noch größere Mengen $NaHCO_3$, wie die Quellen von Ems, Fachingen, Vichy, Gießhübl, so nennt man sie alkalische; enthalten sie größere Mengen Na_2SO_4 (Marienbad), salinische. $FeCO_3$ macht sie zu Stahl- oder Eisensäuerlingen (Pyrmont, Franzensbad); Magnesium-

salze ($MgSO_4$, $MgCl_2$) geben dem sogenannten Bitterwasser seinen Geschmack. Hierzu gehören hauptsächlich die Ofener Bitterwässer wie beispielsweise Hunjádi János. H_2S oder Alkalisulfide enthaltende Wasser heißen Schwefelwässer (Aachen, Baden bei Wien). Solwässer oder auch Salzsolen heißen durch hohen Gehalt an Kochsalz, häufig noch neben anderen Chloriden auch durch Jod- oder Bromverbindungen ausgezeichnete Wässer. Jodide und Bromide enthaltende Quellen werden als Jodwässer häufig zu Badezwecken — aber auch innerlich, wie beispielsweise das Haller Jodwasser, verwendet. Für Badezwecke gelangen feste Salze in den Handel, so seien hervorgehoben das Darkauer, das Sablaczer, das Haller Jodsalz, dann das Franzensbader Moorsalz usw. (Vergl. Kohn, Verwendung usw. S. 7.) Wenn wir auch im Abschnitt über die Chemische Großindustrie die Salze schon besprochen haben, so müssen wir dennoch, da diese Produkte für die Medizin von hervorragender Bedeutung sind, auf dieselben zurückkommen. Botkim sucht mit Hilfe des periodischen Systems von Mendelejeff das Abweichende im Verhalten des Kaliums, welches bekanntlich ein starkes Herzgift darstellt, und des Natriums, welches ungiftig ist, mit folgenden Worten zu begründen: „Mit einem Wort, das System von Prof. Mendelejeff, nach welchem das Natrium in eine besondere Untergruppe ausgeschieden wird und den leichtesten Repräsentanten entsprechender Gruppen, z. B. dem Lithium besondere Eigenschaften zukommen, läßt in der physiologischen Wirkung der Alkalimetalle der ersten Gruppe eine gewisse Gesetzmäßigkeit erblicken.“ (Vergl. Zentralbl. der med. Wissenschaften 1885, No. 48.) Kohn sagt in seinem schon wiederholt zitierten Werke S. 9 mit Recht: „Diese Untersuchungen waren der erste Versuch, eine Brücke zu schlagen zwischen physikalischer Chemie und Pharmakologie und diese Versuche, wie ja überhaupt die Anwendung der modernen chemischen Theorie in der Medizin sind erfolgreich weiter geführt worden.“

Bei den Metallsalzen kann man eigenartige Wirkungen unterscheiden, es sind dies die Jonenwirkungen; Pauli stellte folgendes fest:

„Die Wirkung der Jonen ist einander entgegengesetzt, die Kationen begünstigen, die Anionen hemmen die Eiweißfällung. Die Kationen ordnen sich nach abnehmendem Fällungsvermögen als Natrium, Kalium, Ammonium, Magnesium, die Anionen nach zunehmendem Hemmungsvermögen ergeben die Reihenfolge Sulfat, Citrat, Tartrat, Acetat, Chlorid, Nitrat, Bromid, Jodid, Rhodanid. So steigern alle Kationen die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln, regen die Darmtätigkeit an, erhöhen den Blutdruck, dagegen wirken die Anionen sedativ und Blutdruck erniedrigend. So sind eiweiß-

fällende Salze, wie schwefelsaure, zitronensaure, weinsaure, Abführmittel, während Nitrate, Bromide, Jodide, Rhodanide Beruhigungsmittel sind.

Für das tierische Leben ist das Natrium von größter Bedeutung. „Ganz besonders beachtenswert ist die Tatsache, daß die Natriumsalze, welche für die Pflanzen unwesentlich sind, für die tierischen Lösungen von Bedeutung sind. Das ist überraschend, weil alle neueren Arbeiten dazu beigetragen haben, den früher behaupteten, weitgehenden Unterschied zwischen Tieren und Pflanzen mehr einzuengen. Selbst die Elemente der tierischen Instinkte, nämlich die Tropismen, sind den Tieren mit den Pflanzen gemeinsam. Wir werden daran denken müssen, daß das Natrium vielleicht bei denjenigen Funktionen in Betracht kommt, die das Tier von der Pflanze unterscheiden, nämlich den raschen Kontraktionsvorgängen, bei denen Muskeln und Nerven eine Rolle spielen und die als Herzschlag und Atembewegung für das Tier unerläßlich sind, während sie der Pflanze fehlen.“ (Vergl. Loeb, „Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen“ (1906) S. 120.)

Alkalien und Schwefelalkalien. An Carbonaten kommen als Heilmittel in Betracht: Natrium, Kalium, Bicarbonat, Magnesium, Calcium, Carbonat; an Seifen: Sapo calinus, eine reine Sorte der im Handel sich befindlichen Schmierseife, die zu Salben Verwendung findet, ferner Sapo medicinalis — ein Bestandteil der Abführpillen — Sapo venetus, die zur Herstellung von Seifenpflaster dient, Linimentum saponatocamphoratum der unter dem Namen „Opodeldok“ bekannten Einreibung, und ferner von Seifenspiritus.

Von Schwefelalkalien sind zu nennen: das Kalium sulfuratum, das Calcium oxysulfuratum; ferner der Schwefel selbst, sowie der Sulfur praecipitatum, der Sulfur depuratum u. a.

Die wichtigsten in der Heilkunde benutzten Säuren sind die Salz-, Schwefel-, Salpeter-, Phosphor- und Borsäure. Nicht zu vergessen ist die Kohlensäure, welche nicht nur in vielen Mineralwässern als Genußmittel dient, sondern auch bei katarrhalischen Zuständen und leichten Magenerkrankungen hervorragend wirkt.

Halogene. Zu diesen gehören vor allem das Chlor und das Jod. Das Chlor, ein vortreffliches Desodorans, zerstört den Schwefelwasserstoff und das Schwefelammonium faulender Massen; der Chlorkalk ist in die Pharmakopöen aufgenommen. Das Jod findet in alkoholischer Lösung als Jodtinktur arzneiliche Verwendung.

Von den Oxydationsmitteln mögen folgende angeführt sein: das übermangansaure Kali — als ein erprobtes Desinfektionsmittel — das

Anhydrid der Chromsäure — als in der Chirurgie verwendetes Ätzmittel —; ferner das Ozon, welches in Terpentinöl, das lange an der Luft gestanden, enthalten ist. Ferner das Wasserstoffsuperoxyd und das Perhydrol.

Von den Metalloid- und Metallverbindungen wären zu nennen: die des Phosphors, Arsens, Quecksilbers und Bleies.

Der Phosphor. Dem Hamburger Alchemisten Brand war es im Jahre 1669 gelungen, durch Destillation von eingedampftem Harn Phosphor zu gewinnen, welcher bald von Elsholz (Wien) den gleichen Namen erhielt wie die schon früher bekannten Leuchtsteine, während Brand ihn als „Kaltes Feuer" bezeichnete. (Vergl. Meyer, Geschichte der Chemie, S. 133.)

Hundert Jahre lang blieb der Harn das einzige Ausgangsprodukt für seine Gewinnung, bis im Jahre 1769 Gahn und zwei Jahre später Scheele zeigte, daß die Knochen Calciumphosphat enthalten und aus diesem Grunde zur Gewinnung des Phosphors geeignet sind. Lavoisier gebührt das Verdienst, die chemische Natur des Phosphors zuerst studiert zu haben und möge an dieser Stelle auf seine Charakterisierung der Umwandlungsprodukte (1774) und auf seine Arbeit über die Bildung der Salze (1777) hingewiesen werden.

Der gerichtlich-medizinische Nachweis von Phosphor ist von großer Wichtigkeit und geschieht nach der bekannten Mitscherlich'schen Methode.

Will man Phosphorernährung des Organismus anwenden, so ist man hiebei auf die organischen Phosphorverbindungen angewiesen, die in unseren Nahrungsmitteln vorkommen, die Nukleïne, die Lecithine und den Phosphorreservestoff der Pflanzen. Aus den Lecithinen erhält man als Spaltungsprodukt die Glyzerophosphate, die man auch synthetisch darzustellen versuchte, Hoffnungen, welche sich jedoch nicht erfüllten. Hingegen ist die Anhydrooxymethylendiphosphorsäure, bezw. ihr saures Calcium-magnesium-Doppelsalz, welches als Phytin in den Handel kommt, für die Phosphortherapie von Bedeutung.

Arsenik. Der Pseudo-Geber soll schon im 8. Jahrhundert das Arseniksäure-Anhydrid hergestellt haben; der weiße Arsenik wird vielfach in der Pharmazie verwendet und in den verschiedensten Formen verabreicht.

Von den gebräuchlichsten Arsenpräparaten ist der Arseniklikör (Solutio arsenicalis Fowleri) zu nennen. Unter dem Namen Atoxil ist in letzter Zeit das Metaarsensäureanilid ($C_6H_5NHAsO_2$) in den Handel gebracht worden und hat sich therapeutisch bestens bewährt.

Antimon. In dem „Triumphwagen des Antimonii“ lehrte der Pseudo Basilius Valentinus aus dem schon den Alten bekannten natürlichen Schwefelantimon (antimonium oder stibium genannt) durch Schmelzen mit Eisen oder verschiedenen Salzen das Antimon selbst bereiten. Auch heute noch sind die Antimonpräparate in der Pharmakopöe enthalten wie beispielsweise das Trisulfid und Pentasulfid, letzteres unter dem Namen Stibium sulfuratum aurantiacum, Goldschwefel, und der Brechweinstein, das weinsaure Antimonylkalium. Ferner wären noch zu erwähnen das Algarotpulver, nach dem Veroneser Arzte Algarotus benannt, das durch Behandeln von Antimontrichlorid mit der 15—20 fachen Wassermenge erhalten wird und ein Gemenge von $SbOCl + Sb_2O_3$ darstellt, der Liquor stibii chlorati, die Spießglanzbutter usw.

Das Wismut wurde von Basilius Valentinus kennen gelehrt. Pott kannte seine Eigenschaften und Torbern Bergmann war es, der die Reaktionen des Wismuts feststellte.

Auch dieser Stoff hat in der Arzneimittelkunde eine große Bedeutung; von den Wismutverbindungen mögen folgende hervorgehoben sein: Phenolwismut, Metakresolwismut und Naphtholwismut, ferner finden Anwendung: Wismutalbuminat und -peptonat.

Das Blei ist, wie wir aus der Geschichte bereits erfahren haben, von altersher bekannt; für uns kommen hier hauptsächlich die Bleiverbindungen in Betracht, die in der Pharmakopöe Aufnahme gefunden haben, wie Bleioxyd, Bleisuperoxyd, das Jodid, das Carbonat, das Acetat.

Das Kupfer ist ebenfalls eines der längst bekannten Metalle, dessen Salze zuerst von Basilius Valentinus und Glauber dargestellt wurden. In der Medizin findet das Kupfer nur noch beschränkte Anwendung, hauptsächlich als zitronensaures Kupfer (Cuprocitrol) in Salbenform.

Das Zink sowie sein Oxyd waren im Altertum bekannt, dagegen wurde das Chlorid im Jahre 1648 von Glauber gefunden. Als Heilmittel finden Verwendung das Zinkoxyd, die Zinksalbe, das Zinkchlorid und das Zinksulfat.

Das Silber. Von großer Wichtigkeit ist das zuerst von Glauber dargestellte und von Angelus Sala im Anfange des 17. Jahrhunderts medizinisch verwendete salpetersaure Silber. Offizinell sind das kristallisierte salpetersaure Silber, ferner das geschmolzene und in Stangenform ausgegossene, gewöhnlich als Höllenstein (Lapis infernalis) bezeichnete Nitrat, ferner Stäbchen aus einem Teil Silbernitrat und der doppelten Menge Kalisalpeter, die als Lapis infernalis mitigatus bezeichnet werden.

Das kolloidale Silber wurde als Collargol in den Verkehr gebracht, ferner wurden verschiedene organische Silbersalze hergestellt.

Das Quecksilber. Schon in den Schriften des Aristoteles finden wir das metallische Quecksilber beschrieben; Geber gab im 8. Jahrhundert eine Vorschrift an zur Bereitung des Quecksilberchlorides und des Oxydes. Raymundus Lullus wußte den weißen Präzipitat, dessen Zusammensetzung jedoch erst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erkannt wurde, darzustellen.

Das metallische Quecksilber wird verwendet zur Bereitung der Quecksilbersalbe und des Quecksilberpflasters; das gelbe Quecksilberoxyd wird in Salbenform gebraucht. Das Quecksilberammoniumchlorid $HgNH_2Cl$ ist als weißer Präcipitat Hydrargyrum bichloratum ammoniatum in Verwendung. Gelbes Quecksilberjodür ist als Hydrargyrum jodatum flavum oder Protojoduretum Hydrargyri, ebenso wie das gerbsaure Quecksilberoxydul und das als Hydrargyrum bichloratum corrosivum so viel verwandte Ätzsublimat offizinell.

Das Aluminium. Unter den Verbindungen dieses Metalles ist der gewöhnliche Kalialaun diejenige, welche am längsten bekannt ist und auch therapeutische Verwendung fand. Geber lehrte ihn durch Umkristallisieren reinigen und Marggraf seine Zusammensetzung kennen.

Dr. Kohn sagt in seinem schon oben zitierten Werke S. 31: „Die löslichen Aluminiumsalze verhalten sich bezüglich ihrer lokalen Wirkung wie die der schweren Metalle; sie sind kräftige Adstringentien. Als solches wird namentlich der Kalialaun im kristallisierten und entwässerten Zustand häufig verwendet, das Alumen und Alumen ustum der Pharmakopöe; offizinell ist ferner das Aluminiumsulfat, das zur Herstellung der essigsauren Tonerde — eines der häufigst angewendeten Mittel gegen Entzündungen, dient.“ Zu erwähnen wäre noch, daß der weiße Ton, Aluminiumsilikat, unter dem Nomen Bolus alba offizinell ist.

Das Eisen. Wir haben im Verlauf der Geschichte erfahren, daß das Eisen schon im Altertum bekannt gewesen ist, ebenso wurde das Ferrosulfat zu verschiedenen Zwecken in Gebrauch genommen. Geber und Albertus Magnus kannten den Eisenvitriol, Basilius Valentinus lehrte seine Bereitung aus Eisen und Georg Agricola die aus dem Schwefelkies. Ferner ist zu erwähnen, daß Basilius Valentinus das Eisenchlorid bekannt war.

Fleischmann und Henneberg stellten im Jahre 1848 das Natriumferriphosphat, Graham 1861 das Ferrum oxydatum dialysatum, Sieber, Köhler und Hörnemann im Jahre 1868 den Eisenzucker (Ferrum oxydatum

saccharatum) dar. Blance und Vallet verwendeten das Ferrum carbonicum saccharatum zuerst in der Medizin.

Im Vergleich zu den bereits behandelten Metallen spielt das Eisen unter den Arzneimitteln eine Hauptrolle, wir sehen das nicht nur aus den soeben angeführten Beispielen, sondern als Beweis hiefür mögen noch folgende Eisenpräparate kurz angeführt werden:

Ein der Formel $Fe_4(P_2O_7)_3 + 4\,Na_4P_2O_7 + 14\,H_2O$ entsprechendes Präparat war als Ferrum et Natrium pyrophosphoricum offizinell, ferner das zitronensaure Eisenammonium. Zu den galenischen Eisenpräparaten gehörte der apfelsaure Eisenextrakt; außerdem gibt es eine Unzahl von eisenhaltigen Arzneipräparaten: den Chinaeisenwein, das Hämatogen, das Ferratin, Alboferrin und Ferran.

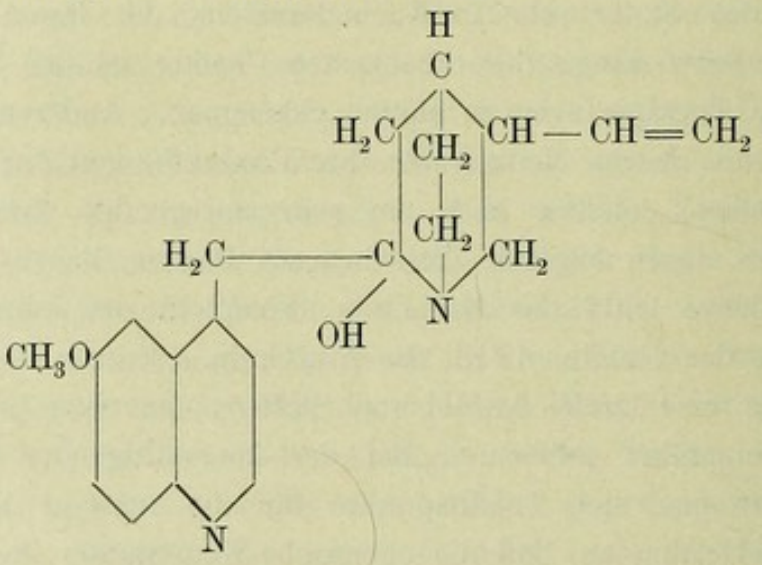
Wir gehen nunmehr zum organischen Teil dieses Abschnittes über. Dr. Kohn leitet diesen mit folgenden Worten ein: Bei der Auswahl, die unter den von der organischen Chemie gelieferten Medikamenten zu treffen ist, ist es schwer, das Richtige zu finden: einerseits ist die Zahl der Stoffe sehr groß, andererseits der Raum beschränkt. Die glänzende Entwicklung der organischen Chemie ist der Medizin, im besonderen der Therapie sehr zu statten gekommen. Andererseits hat die organische Chemie in der Medizin für ihre Produkte nicht nur ein brauchbares Absatzgebiet, sondern auch ein sehr anregendes Arbeitsfeld gewonnen. Dafür mögen folgende Tatsachen als Beweis dienen: Serthürner entdeckte im Jahre 1804 das Morphium, Vauquelin im Jahre 1809 das Nikotin, 1811 das Chinin, 1818 das Strychnin. Kurz, die organische Chemie lieferte eine große Anzahl von Stoffen, die einer medizinischen Verwendung zugeführt werden. „Bei der überwältigenden Menge des Materials suchte man sich Anhaltspunkte für die Auswahl des Materials zu schaffen und nahm an, daß die chemische Konstitution im Zusammenhange mit der Wirkung der Substanzen stehe, und zahlreiche Versuche sind in dieser Beziehung angestellt worden. Es soll durchaus nicht abgeleugnet werden, daß vereinzelt ein solcher Einfluß vorhanden sein mag, jedenfalls zeigt es sich, daß, wenn eine Substanz in ihrer Wirkung erkannt ist, Veränderungen in dem Molekül das Wesen der Wirkung der ursprünglichen Substanz variieren und daß durch Einführung von bestimmten Gruppen auch bestimmte Veränderungen in der Wirkung zu erreichen sind."

Zu dieser Kategorie von Körpern gehört auch das Antipyrin, bei welchem Veränderungen der Seitenketten das Wesen der Wirkung ziemlich unverändert lassen, wenn auch neue therapeutische Vorteile herbeigeführt

werden, wie dies am besten an dem Pyramidon ersichtlich ist. Ein ähnliches Beispiel bietet das kürzlich von E. Fischer als Schlafmittel eingeführte Veronal. Aber es ist bis jetzt unmöglich, aus der Konstitution eines chemischen Körpers heraus die Wirkung zu prophezeien, falls nicht ein Spaltungsprodukt von bekannter Wirkung sich darbietet, wie beim Chloralhydrat, oder falls nicht ein wirksamer bekannter Kern der Substanz zu Grunde liegt. Es gibt allerdings Beispiele, welche uns auf den Zusammenhang der Konstitution mit der Wirkung hinweisen.

Im Allgemeinen müssen wir bekennen, daß man einen Zusammenhang der Konstitution mit der Wirkung auch deshalb noch nicht sicher beurteilen kann, weil das, was wir Wirkung nennen, als Resultante der Beeinflussung verschiedener Funktionen aufgefaßt werden muß.“ (Vergl. „Über Beziehungen der pharmakodynamischen Therapie zu anderen Wissenschaften im 19. Jahrhundert“ von Professor Dr. Oskar Liebreich, Berlin 1905.)

In der Gruppe der Antipyretika hat sich das Chinin,



eines der Alkaloide der Chinarinde, wegen seiner Wichtigkeit als Fiebermittel und derzeitig einziges Spezifikum gegen Malaria einen Platz in der Arzneikunde gesichert. Über die Konstitution des Chinins gibt uns Skraup in seinen Arbeiten eingehenden Aufschluß. Dreses hat in einer ausführlichen Studie über die Chininderivate (vergl. „Deutsche Ärzte-Zeitung“ 1902, Nr. 5) folgende Ansprüche an geschmackfreie Chininpräparate gestellt: 1. die Löslichkeit in reinem Wasser muß so gering sein, daß sie noch unterhalb der Empfindungsschwelle für bitter liegt; 2. der Aufsaugung des Chininpräparates im Magendarmkanal muß dessen Lösung im sauren Magensaft voraufgehen; 3. bei der allmählichen Neutralisation des sauren Mageninhaltes während der Passage durch den Dünndarm soll ein

geschmackfreies Chininpräparat, das bereits in der Salzsäure des Magensaftes gelöst war, nicht wieder ausfallen.

Weitere Alkaloide der Chinarinde sind Chinidin (Conchinin) sowie Cinchonin und ihre Salze. Außerdem haben wir noch folgende Präparate anzuführen, die hierher gehören:

Das Aristochin $\left(CO < \begin{matrix} C_{20}H_{23}N_2O_2 \\ C_{20}H_{23}N_2O_2 \end{matrix}\right)$, welches den neutralen Kohlensäurester des Chinins darstellt, wird durch Einwirkung von Diphenylcarbonat auf Chinin erhalten.

Dasselbe hat sich namentlich als Keuchhustenmittel wegen seiner Geschmacklosigkeit und Bekömmlichkeit an Stelle der Chininsalze eingeführt.

Das Euchinin, wohl das wichtigste Präparat dieser Reihe, wird in der Weise hergestellt, daß man Chlorameisensäureäthylester als solchen oder in einem passenden Lösungsmittel auf Chinin einwirken läßt, welches ebenfalls in einem zweckmäßigen Medium gelöst und suspendiert werden kann. Nach Kohn verläuft die Reaktion nach der Gleichung

$$2 \cdot C_{20}H_{24}N_2O_2 + COClOC_2H_5$$
$$= CO < \begin{matrix} OC_2H_5 \\ C_{20}H_{23}N_2O_2 \end{matrix} + C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot HCl.$$

Durch Zusatz von molekularen Mengen Alkali kann man die Bildung von Chininchlorhydrat verhindern, so daß dann der Prozeß nach folgender Gleichung vor sich geht:

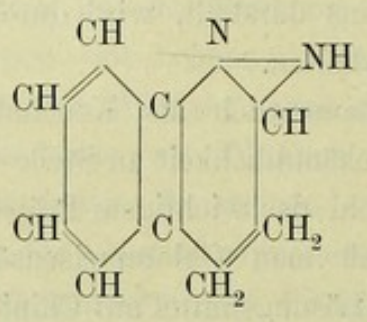
$$C_{20}H_{24}N_2O_2 + NaOH + COClOC_2H_5$$
$$= CO < \begin{matrix} OC_2H_5 \\ C_{20}H_{23}N_2O_2 \end{matrix} + H_2O + NaCl$$

Das Euchinin wird als nicht oder nur wenig unangenehm schmeckender Ersatz des Chinins überall da angewendet, wo letzteres wegen des bitteren Geschmacks nur mit Schwierigkeit gegeben werden kann. Die Nebenwirkungen sollen geringer sein als bei Chinin. Angewendet wird dasselbe bei Influenza, Keuchhusten, Phthise, auch als typisches Antipyreticum mit Erfolg.

Die Gruppe der Antipyretika stellt ein Ruhmesblatt der theoretischen Arzneimittelsynthese dar, indem die hierher gehörigen Körper eine der Hauptstützen der Kenntnis des Zusammenhanges zwischen Struktur und Wirkung bilden. Dr. Kohn schreibt in seinem Werke, S. 42: „Die meisten der hierher gehörigen Körper wurden auf Grundlage von theoretischen Vorstellungen und Spekulationen dargestellt und so sind wirklich neue Arzneimittel geschaffen worden. Sie entspringen alle dem Verlangen,

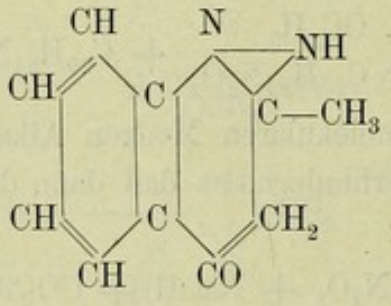
dem Chinin ebenbürtige Stoffe darzustellen, so das Antipyrin, das sein genialer Darsteller Knorr selbst anfänglich für ein Chinizinderivat hielt."

Letzterer sagt denn auch in seiner Arbeit (vergl. „Berichte der Chemischen Gesellschaft" 17, 546): „Chinizinderivate nenne ich eine neue Klasse von Verbindungen, welche sich von dem Chinizin, einer hypothetischen Base von der Formel



ableiten.

Vor kurzem habe ich den ersten Repräsentanten dieser Klasse, das Methyloxychinizin, beschrieben und die Formel



als wahrscheinlichsten Ausdruck für seine Konstitution gegeben." (Vergl. „Berichte der Chemischen Gesellschaft" 17, 2042—2049.)

Cahn und Hepp führten das Antifebrin, welches sie für antipyretische Wirkungen des Acetanilids ansahen, in den Arzneischatz ein; obwohl diese beiden Gelehrten sich über die Theorie der Wirkung nicht ganz klar waren, so sind ihre diesbezüglichen Ausführungen, die im Zentralblatt für klinische Medizin 1886 Jahrg. 7, H. 33, S. 561—569 veröffentlicht sind, auch für uns von großem Interesse. Cahn und Hepp schrieben u. a.: „Von großem Interesse sind die theoretischen Gesichtspunkte, die sich aus der Aufdeckung der fieberwidrigen Wirkungen dieses Körpers ergeben. Die bis jetzt bekannten Ferisfugen waren entweder Phenole (Carbolsäure, Hydrochinon, Resorcin, Salicylsäure) oder sie waren Basen und gehörten zur Chinolinreihe (Chinolin, Kaïrin, Antipyrin, Thallin, Chinin), hier haben wir zuerst einen indifferenten Körper, der in seiner Zusammensetzung von den genannten weit abweicht."

Die Versuche der Darstellung von künstlichen Antipyreticis gehen alle von den bei der Chininforschung gewonnenen Resultaten aus, so daß die ersten dargestellten Präparate sich als Chinolinderivate erweisen.

Hierher gehören, obwohl heute außer Gebrauch (der Vollständigkeit halber aber angeführt):

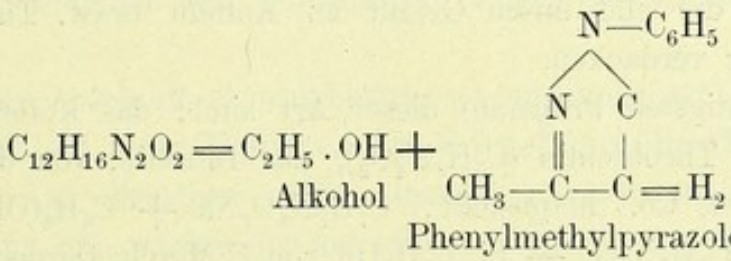
das Kaïrin, ein Tetrahydroäthyl- (oder Methyl-) a-Oxychinolin,
das Thallin, ein Tetrahydrochinolinanisol,
das Analgen (Benzanalgen) ein Orthoäthoxyana-monobenzoylamino-chinolin.

Von großer Bedeutung ist das von Knorr im Jahre 1883 dargestellte Antipyrin $C_{11}H_{12}N_2O$, welches der ganzen Gruppe den Namen gab; dasselbe ist ein Phenyldimethylpyrazolon.

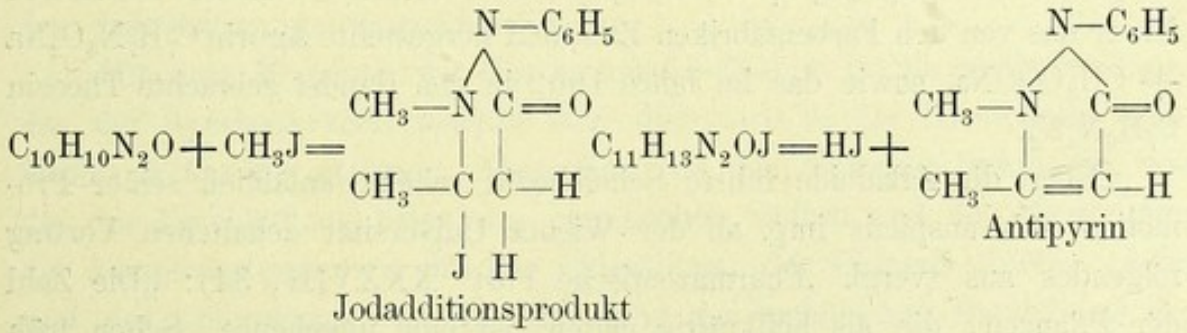
Es wird nach verschiedenen Methoden dargestellt, wobei man vom Phenylhydrazin und Acetessigester ausgeht. Die Phasen der Darstellung lassen sich durch folgende Formeln andeuten:

$$C_6H_5 . NH . NH + CH_3 . CO . CH_2 . COO . C_2H_5 =$$
$$H_2O + C_6H_5 . NH . N : C < \begin{matrix} CH_3 \\ CH_2COO . C_2H_5 \end{matrix}$$

Phenylhydrazinacetessigester



Phenylmethylpyrazolon



Jodadditionsprodukt

Antipyrin

Im Handel kommen vor: Antipyrin (Knorr, Löwenmarke), dasselbe (Höchst, Sternmarke), Salicyl und Tussol.

Von Antipyrinpräparaten seien hervorgehoben: Migränin (85 T. Antipyrin, 9 T. Koffeïn, 6 T. Zitronensäure), Salipyrin (Antipyrin und Salicylsäure), ferner das Hypnal, Ferripyrin und die ganze Reihe von Verbindungen, die statt vom Phenylhydrazin, vom p-Tolylhydrazin ausgehen.

An das Antipyrin gliedern sich das Pyramidon und seine Salze an.

Nunmehr betrachten wir die wichtigen Anilinderivate und zwar als erstes: das Antifebrin, d. i. Acetanilid, welches durch längeres Erhitzen von Anilin mit Essigsäure dargestellt wird. Als entgiftetes Antifebrin haben die Elberfelder Farbenfabriken ein Produkt unter dem Namen: „Marcetin" in den Handel gebracht, welches ein Carbaminsäureaminotolylhydrazid ist.

Das Phenacetin $C_6H_4 < \begin{matrix} O.\,C_2H_5 \\ NH(CO.CH_3) \end{matrix}$. Schmiedeberg stellte fest, daß das Anilin im Organismus zu p-Amidophenol oxydiert wird und kam infolgedessen zu der Anregung, Antipyretika zu konstruieren. Aus der ganzen Reihe von dargestellten Körpern ragt das Phenacetin als erstes sowohl der Zeit wie der Verwendbarkeit nach hervor. Seine Darstellung erfolgt durch Acetylierung von p-Nitrophenol und nachträgliche Reduktion desselben zu p-Phenetidin, welches sodann acetyliert wird.

Bevor wir zu den Alkaloiden übergehen, haben wir die Puringruppe und die damit zusammenhängenden Diuretika einzufügen:

Die Pflanzen, welche die hierhergehörenden Stoffe liefern, sind Welthandelsartikel und auf der ganzen Erde als Genußmittel geschätzt. Vor allem sind es Kaffee, Tee, Kakao, die Kolanüsse, der Paraguaytee und die Guarana, die alle ihrem Gehalt an Koffeïn bezw. Theobromin ihre Wertschätzung verdanken.

Die wichtigsten Präparate dieser Art sind: das Koffeïn ($C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O$), das Theobromin ($C_7H_8N_4O_2$), das Diuretin, von der chemischen Fabrik Knoll & Co. hergestellt, $C_7H_7N_4O_2Na + C_6H_4(OH)COONa$, das Uropherin $Li.C_7H_7N_4O_2 + Li.C_7H_5O_2$ (von E. Merck, Darmstadt fabriziert), ferner das von den Farbenfabriken Elberfeld hergestellte Agurin $C_7H_7N_4O_2Na + CH_3COONa$, sowie das im Jahre 1902 in den Handel gebrachte Theocin $C_7H_6N_4N_2$.

Über die Alkaloide führte Scheibbe in seinem anläßlich seiner Promotion sub auspiciis imp. an der Wiener Universität gehaltenen Vortrag folgendes aus (vergl. „Pharmazeutische Post" XXXVIII, 34): „Die Zahl der Pflanzen, die als heilkräftig galten, ist eine ungeheure. Schon früh hat sich das Bestreben gezeigt, den wirksamen Bestandteil der Pflanze zu isolieren. Dafür gab es hauptsächlich zwei Gründe: erstens, weil der wechselnde Gehalt der Pflanze eine genaue Dosierung unmöglich machte und zweitens, weil die Stoffe, welche in den Hilfspflanzen den eigentlichen wirksamen begleiten, häufig unerwünschte Nebenwirkungen auslösen."

Der Apotheker Sertürner behandelte dieses Gebiet zuerst; im Jahre 1806 hatte er aus dem Opium das Morphium isoliert und publizierte, da seine Entdeckung nicht das gewünschte Interesse hervorrief, 1817 eine zweite Arbeit: „Über das Morphium, eine neue salzfähige Grundlage und die Mekonsäure als Hauptbestandteile des Opiums". Wie Dr. Kohn S. 69 schreibt: „folgten jetzt schnell hintereinander die Entdeckungen neuer bisher unbekannter Pflanzenbasen", die Pictet in seinem Werke: „Die Pflanzenalkaloide und ihre chemische Konstitution" aufzählt; solche sind das Narkotin (1817) von Robiquet, das Veratrin (1818) gleichzeitig von Meißner und von Pelletier und Caventou, das Strychnin (1818) von Pelletier und Caventou, das Brucin (1819) von Pelletier und Caventou aufgefunden; diese beiden Gelehrten entdeckten ferner im Jahre 1820 das Cinchonin, das Chinin, Oersted (1819) das Piperin, Brandes (1819) das Delphinin, Desfosses (1820) das Solanin, Godefroy (1824) das Chelidonin, Wackenroder (1826) das Corydalin, Chevallier und Pelletan (1862) das Berberin, Giesecke (1827) das Koniin, Posselt und Reimann (1828) das Nikotin, Pelletier und Corriol (1829) das Aricin, Dana (1829) das Sanguinarin, Robiquet (1832) das Kodeïn, Pelletier (1832) das Narceïn, Henry und Delondre (1833) das Chinidin, Mein, Geiger und Hesse (1833) das Atropin, Geiger und Hesse (1833) das Hyoscyamin, das Akonitin und das Colchicin, Pelletier und Thibouméry (1835) das Pseudomorphin und Thebaïn.

Um diesen Abschnitt abzuschließen, sei nur noch auf die Anästhetika, das Morphium und seine Derivate, das Kreosot und die Guajakolderivate hingewiesen. Auf dieselben näher einzugehen verbietet uns der Raum; wir werden uns nun wieder der eigentlichen Entwicklung dieser bedeutenden Industriegruppe zuwenden.

Mit dem Momente, wo die organische Chemie in ein neues Stadium, das der Synthese trat, machte sich dies auch in der Herstellung organischer Präparate geltend. Abgesehen von den einfachen Synthesen, wie die der Fruchtäther, Ester von organischen Säuren und der Herstellung der komplizierteren, wie die des Chloräthers, des Chlorals (Liebig 1832) und des Chloroforms, ist die Erfindung der technischen Darstellung der künstlichen Salicylsäure von Kolbe im Jahre 1878 insofern von großer Bedeutung, als zum ersten Male eine Spezialfabrik (Heyden, Radebeul bei Dresden) gegründet wurde.

Aber auch die diätetischen Nahrungsmittel sind hier zu erwähnen, der Liebigsche und andere Fleischextrakte, die Peptone, Somatose, Eucaseïn u. dgl., durch chemische Behandlung leicht verdaulich gemachte

Eiweißkörper, denen man zur Beförderung der Blutbildung auch wohl noch Eisenoxyd einverleibt. Ferner haben die chemischen Fabriken die Herstellung sogenannter organotherapeutischer Mittel aufgenommen, wie Schilddrüsenpräparate, Pankreon, auch die Heilsera wollen wir hierbei nicht vergessen.

Ebenso hat die Fabrikation künstlicher Riechstoffe einen großen Umfang angenommen, ferner hat das Saccharin eigene Fabriken benötigt; um jedoch dem Zucker nicht eine gewalttätige Konkurrenz zu machen, glaubte man, seiner Verbreitung durch gesetzgeberische Maßregeln entgegentreten zu müssen.

Was nun den Stand der Industrie von chemisch-pharmazeutischen und anderen Präparaten betrifft, so existierten nach der Reichsgewerbestatistik vom Jahre 1891 521 Betriebe mit 14 842 Arbeitern, für welche 12 615 700 Mark Löhne gezahlt wurden.

Im Jahre 1896 hatten wir in Deutschland 573 Betriebe mit 22 549 Arbeitern.

Nach der umfassenden Berufszählung von 1895 widmeten sich diesem Industriezweige insgesamt 37 532 Personen, davon 2341 Geschäftsinhaber, 4625 wissenschaftliche und sonstige Angestellte und 29 462 Arbeiter im Hauptberuf, dazu 552 im Nebenberuf. In der Natur der Sache liegt es, daß wir keinerlei maßgebende statistische Nachweise für die Größe der Produktion haben, da zum größten Teile die Rohprodukte der Fabrikation im Inlande gewonnen werden und daß man nur in einzelnen Artikeln wie Jod, Chinarinde, Kampher, Gummi arabicum, Galläpfel usw. auf den Import angewiesen ist. Was die Präparatenindustrie betrifft, so kann man aus dem Grunde ein richtiges statistisches Material nicht aufbringen, weil dieselbe einerseits mit der Groß-, andererseits mit der Farbenindustrie zusammenhängt, dann kommen aber auch viele Privatunternehmen in Betracht, die davon Abstand nehmen, Ausweise über ihre Rentabilität der Öffentlichkeit zu übergeben.

Die Industrie künstlicher Farbstoffe.

Die Entwicklung der deutschen Farbstoffindustrie ist ebenso interessant wie groß an wirtschaftlicher Bedeutung. Bedenkt man, daß bis zum Jahre 1860 die Färbereien darauf angewiesen waren, nur die in der Natur fertig gebildeten Farbstoffe, mit Ausnahme der seit dem Jahre 1845 gebrauchten Pikrinsäure, die als gelber Farbstoff Verwendung fand,

zu benutzen, so ist der Fortschritt, den wir heute auf diesem Gebiete zu verzeichnen haben, als ein ganz enormer zu bezeichnen. Schon vom Jahre 1860 an, als man begann, die künstlichen organischen Farbstoffe fabrikmäßig herzustellen, hat sich ein bedeutender Umschwung vollzogen, insofern als sich in den darauffolgenden zwei Jahrzehnten die Einfuhr der ausländischen Farbstoffe wesentlich verringerte, andererseits die Ausfuhr der künstlichen Farbstoffe einen derartigen Aufschwung nahm, daß sie sich im Jahre 1900 schon auf ca. 100 Millionen Mark bezifferte.

Wir haben im Verlaufe der Geschichte manches über die Färberei von den Uranfängen an erfahren; wir halten es jedoch für gut, wenn wir an dieser Stelle die geschichtlichen Daten in großen Zügen rekapitulieren.

Daß die Anwendung von Farbstoffen schon Jahrtausende alt ist, beweisen die Aufzeichnungen griechischer und altrömischer Geschichtsschreiber, ferner Dokumente der alten Ägypter, Chinesen und Japaner, und nicht zuletzt die altägyptischen Gräberfunde. Wie Dr. S. Kapff in seiner trefflichen Arbeit „Die Farbenindustrie“ Seite 509 ausführt: „läßt die Betrachtung und Untersuchung z. B. der Mumienbänder und -Deckel erkennen, daß schon damals die Kunst des Färbens und Bemalens hoch entwickelt war, so zwar, daß heute noch die hauptsächlichsten Farbtöne, wie das Indigoblau und das Krapprot, nach denselben Prinzipien gefärbt werden wie zur Zeit der Pharaonen“.

Jedenfalls hat die Färberei ihren Ursprung im Orient sowie in Indien und China, Länder, welche einerseits schon eine hohe Kultur besassen, denen andererseits aber auch die Natur die farbgebenden Pflanzen in reicher Fülle darbot. Wie wir im ersten Abschnitt dieses Buches bereits erwähnten, standen die Phönizier in der hellenisch-römischen Periode als Färber in großem Ansehen. Besonders war der Purpur, welcher aus zwei Schneckenarten gewonnen wurde, ein hochgeschätzter und kostbarer Farbstoff, so daß im kaiserlichen Rom nicht nur das Tragen purpurner Gewänder, sondern auch das Färben der Stoffe monopolisiert wurde. Allerdings verlor der echte Purpur infolge des Aufkommens der billigeren, mittelst Kermes und Alaun hergestellten, blauroten Färbungen seine erste Stellung, ja im 12. Jahrhundert hörte die Purpurfärberei überhaupt auf.

Die vermittelnde Stellung zwischen dem Orient und dem nördlichen Europa nahm vor allem Italien mit seinem Venediger Welthandel ein; ferner waren es die Seefahrer und nicht minder die Kreuzzüge, welche nicht nur orientalische Stoffe und Teppiche, sondern auch Farbwaren und neue Methoden zu deren Anwendung nach Deutschland, Frankreich, den

Niederlanden und England brachten. Wie Kapff (ebenda S. 510) berichtet, ließ Karl der Große eine Reihe solcher Farbstoffe an seinen Hof kommen und Gewebe damit färben; er war auch der erste, welcher die im Orient heimische Krapppflanze (Rubia tinctorum), nächst dem Indigo die wichtigste Farbpflanze, in seinen Ländern anbauen ließ. Der Krappbau verschwand infolge des nicht eingetretenen Erfolges in Deutschland vollständig, wurde jedoch zu Beginn des 16. Jahrhunderts wieder aufgenommen und in Schlesien, dem Elsaß, Holland und namentlich in Frankreich zu hoher Blüte und großer Bedeutung gebracht. Außer dem großen Bedarf an Krappfarbstoff im Lande selbst exportierte Frankreich allein schon im Jahre 1868 für ungefähr 30 Mill. Frcs. Krapp. Der Gesamtwert des Krappalizarins im Jahre 1859 wird auf 60—70 Mill. Mark geschätzt.

Louis Philipp führte zur Hebung der heimischen Krappkultur und um die Benutzung ausländischer Farbstoffe zu meiden, die roten Hosen in der französischen Armee ein. Wie Kapff mit Recht bemerkt, ist es eine Ironie des Schicksals, daß seit dem deutsch-französischen Kriege diese roten Hosen mit deutschem Alizarin gefärbt werden.

Die Krappkultur hatte mit einem Schlage ihr Ende erreicht, als im J. 1868 Graebe und Liebermann den in der Krapppflanze enthaltenen Farbstoff (das Alizarin) künstlich aus dem Anthracen, einem Kohlenwasserstoff des Teers darstellten. Dadurch wurde die Stellung, welche Frankreich und Deutschland bisher einnahmen, vertauscht. Während also früher Frankreich das erste Produktions- und Exportland für Alizarin in der Form der Krapppflanze war, ist dies jetzt Deutschland durch das künstliche Alizarin geworden.

Die Bemühungen der Badischen Anilin- und Sodafabrik im Verein mit den Entdeckern führten im Jahre 1869 zur Auffindung und Ausarbeitung eines rationellen Verfahrens, nach welchem das künstliche Alizarin seitdem fabriziert wird.

Die Gewinnung des Alizarins zog bald diejenige wichtiger Abkömmlinge nach sich, unter welchen das Alizarinblau (1878) und namentlich die lösliche Form desselben, das Alizarinblau S (1882), ferner das Alizaringrün und Alizarinindigoblau (1888) und dann das Anthracenblau (1891) ihrer Bedeutung nach an erster Stelle zu nennen sind. 1875 entstand das Alizarinorange, 1885 das Alizarinmarron. Den aus Anthracen hergestellten Produkten schlossen sich einige Abkömmlinge der Gallussäure an, das Galleïn (1878), Coeruleïn (1878), Anthracenbraun (1886), Galloflavin (1886), zu welchen 1897 noch ein Derivat der Benzoësäure, das Resoflavin hinzutrat. Im Jahre 1887 konnte die Reihe der Beizenfarbstoffe

durch den echtesten schwarzen Farbstoff, das Alizarinschwarz, ein Derivat des Naphthalins, vervollständigt werden.

Mit der Einführung der genannten Produkte ist die Badische Anilin- und Sodafabrik im Ausbau des Gebietes der Beizenfarbstoffe bahnbrechend vorangegangen und hat ferner, in frühzeitiger Erkenntnis der Bedeutung solcher echten Farbstoffe für die Tuchindustrie, ihre Aufnahme in die Wollfärberei zuerst veranlaßt und erfolgreich durchgeführt. Zu der wichtigen Gruppe von Anthracenfarbstoffen, welche nach ihren Färbeeigenschaften als Säurefarbstoffe der Anthrachinonreihe zu bezeichnen sind, gehören Anthrachinonblau (1901), Cyananthrol (1902), Anthrachinonviolett (1902), Anthrachinongrün (1904). Auch die Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co., Elberfeld, haben auf diesem Gebiete vorzügliches geleistet; es möge nur an die Einführung der zahlreichen Alizarin-Cyanin-Marken, sowie der Sulfon-Azurine und Sulfon-Cyanine erinnert sein. Auch hat sich dieses Etablissement mit dem weiteren Ausbau der Alizarinfarbstoffe durch Alizarinblauschwarz, Alizarin-Cyaningrün, Alizarin-Saphirol, Alizarin-Viridin, Alizarin-Reinblau, Alizarin-Irisol usw., heute noch konkurrenzlos dastehende Spezialitäten, sowie die wertvollen Brillantalizarinblaus große Verdienste erworben.

Was für eine große Bedeutung diese neue Entdeckung für das deutsche Wirtschaftsleben bedeutet, kann man aus nachstehenden Zahlen entnehmen: $^7/_8$ des Weltverbrauchs an Alizarin wird in Deutschland hergestellt, im Jahre 1898 hatte die Ausfuhr Deutschlands an Alizarin einen Wert von 11,31 Mill. Mark, die Einfuhr einen solchen von 43 000 Mark. Dagegen wurde Krapp im gleichen Jahr nur noch für 53 000 Mark ein- und für 55 000 Mark ausgeführt, 1900 für 43 000 Mk. ein- und für 26 000 Mark ausgeführt.

Dieselben Erscheinungen wie 1870 bei dem Krapp finden wir heute bei dem **Indigo.** Der Indigo wird in verschiedenen Pflanzenarten gebildet und zwar diente in Europa der Waid (Isatis tinctoria) bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts zum Blaufärben, bis um dieselbe Zeit die viel gehaltreicheren Pflanzen Indigofera tinctoria, Indigofera disperma usw. aus Indien ihren Einzug hielten.

Die Gewinnung des Produktes vollzieht sich folgendermaßen: Die Eingeborenen übergießen die abgeschnittenen Pflanzen in Kufen oder Küpen mit Wasser; es tritt Gärung ein, wodurch der Indigo in eine lösliche Form umgewandelt wird. Diese Lösung wird durch Peitschen oder Rühren innig mit Luft in Berührung gebracht (oxydiert), wobei sich der eigentliche Indigo in Flocken ausscheidet. Letztere werden filtriert und

getrocknet und bilden dann dunkelblaue, kupferig schimmernde Stücke von 30—80 Proz. Gehalt an chemisch reinem Indigo.

Selbstverständlich kam dieses neue Produkt den deutschen und französischen Waidpflanzern sehr ungelegen; sie setzten denn auch alle Hebel in Bewegung, diesen fremden Indigo, welcher viel besser und wohlfeiler war als der Waid, verächtlich zu machen; ja, sie verschmähten es nicht, die Staatsgewalt um Hilfe anzurufen. Daß sie mit letzterer Erfolg hatten, beweist eine Reichspolizeiordnung vom Jahre 1577, in welcher die „neulich erfundene, schädliche und betrügerische, fressende und corrosif Farb, so man Teuffelsfarb nennet, durch die jedermann viel Schadens zugefügt wird, indem solch gefärbt Tuch, da man es schon nicht anträgt, sondern in den Truhen oder auf dem Lager lässet, in wenig Jahren verzehrt und zerfressen wird" bei Strafe an Gut und Ehren verboten wird. (Kampff S. 511.)

Heinrich IV. von Frankreich hatte für jeden, der diese „verderbliche Drogue und Teufelsspeise" gebrauchte, die Todesstrafe angesetzt. Aber all das, sowie weitere durch große finanzielle Beihülfe unterstützte Förderung seitens Josef II. von Österreich und auch Napoleon I. vermochten es nicht, die Waidkultur wieder einzuführen.

Im Jahre 1737 fielen die letzten Schranken gegen die Benutzung von Indigo und von diesem Moment an erfreute sich derselbe als geschätztes Färbemittel einer ausgedehnten Anwendung. Das Produkt wurde, wie auch heute noch, hauptsächlich von Indien, ferner Java und Zentralamerika (Guatemala) eingeführt; der Haupthandelsplatz hierfür ist London.

Die Erfindung der Anilinfarben und hauptsächlich der echten blauen Alizarinfarben in den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts drohte den Indigo zu gefährden, denn alles was früher mit Indigo gefärbt wurde, wie Kleidungs-, besonders Militär- und Marinestoffe, wurde nunmehr mit Alizarinblau hergestellt. Dieser Farbstoff konnte jedoch den echten Indigo nicht verdrängen und somit blieb der Verbrauch an solchem immer noch ein großer. Im Jahre 1881 gelang es Baeyer nach vieljährigem Studium den Pflanzenindigo künstlich aus Produkten des Steinkohlenteers herzustellen; trotzdem ging es mit dem Indigo nicht so wie mit dem Krapp, denn das künstliche Produkt stellte sich immer noch erheblich teurer als der echte Indigo.

Erst im Jahre 1890 fand Heumann ein billigeres Verfahren, welches sieben Jahre später von der Badischen Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen aufgegriffen wurde; seit dieser Zeit bringt diese Fabrik den künstlichen oder synthetischen Indigo unter dem Namen „Indigo — rein B.A.S.F."

in den Handel, der nicht nur reiner und zuverlässiger ist als der in seinem Gehalt in sehr weiten Grenzen schwankende natürliche Indigo, sondern mit demselben auch im Preise in jeder Beziehung konkurrieren kann.

Wie es dem indischen Indigo, dem deutschen Alizarin, dem amerikanischen Fleisch und Obst erging, so hatte man auch gegen das neue Produkt gewisse Vorurteile und man versuchte auch durch Steuern, Zölle usw. den Einzug des neuen Farbstoffes zu vereiteln. Doch waren derlei Anstrengungen umsonst, die Resultate, die mit dem neuen Produkte erzielt wurden, übertrafen alle Erwartungen.

Folgende Zahlen mögen uns ein Bild entrollen von der Entwicklung des neuen Industriezweiges.

Im Jahre 1895, als noch kein künstlicher Indigo im Handel war, betrug für Deutschland der Wert der Einfuhr an Naturindigo 21,5 Mill. Mark, der Wert der Ausfuhr 8,2 Mill. Mark; der Anbau von Pflanzenindigo, welchem in demselben Jahre noch eine Produktion von 5 bis 6 Millionen Mark entsprach, ist infolge der Konkurrenz des synthetischen Indigos bis jetzt auf ungefähr ein Fünftel zurückgegangen. Schon 1897, als die Fabrikation des künstlichen Indigo begann, wurde für 12,7 Mill. Mark ein-, für 4,8 Mill. Mark ausgeführt.

1899: Einfuhr 8,3 Mill. Mark, Ausfuhr 7,8 Mill. Mark,
1900: „ 8,95 „ „ „ 9,36 „ „

Der Inlandbedarf Deutschlands an Indigo bewertet sich auf 10 bis 13 Mill. Mark pro Jahr, der Weltverbrauch auf 60—80 Mill. Mark. Somit hat in wenigen Jahren eine einzige deutsche Fabrik (die Bad. Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen) es zu stande gebracht, nicht nur den Inlandbedarf von 10—13 Mill. Mark, die früher dem Ausland bezahlt werden mußten, zu decken, sondern noch dazu für über 5 Mill. Mark zu exportieren.

Der dem Indigo nächststehende und bedeutendste natürliche Farbstoff ist der des Blauholzes, welches mit Eisen-, Chrom- und Kupfersalzen zum Blau- und Schwarzfärben benutzt wird. Die Farbe ist so echt, schön und billig, daß bis jetzt noch keiner der vielen künstlichen schwarzen Farbstoffe einen vollständigen Ersatz für dieselbe bieten kann. Trotzdem ist der jetzige Bedarf gegenüber dem früheren Verbrauch an Blauholz erheblich zurückgegangen, weil es überall dort, wo es auf Säureechtheit ankommt, von den Teerfarbstoffen verdrängt worden ist.

Das Blauholz (Hämatoxylon campechianum), welches in Westindien heimisch ist, kam nach der Entdeckung Amerikas nach Europa und wurde

später, im J. 1758, von Friedrich dem Großen aus denselben Gründen verboten wie der Indigo.

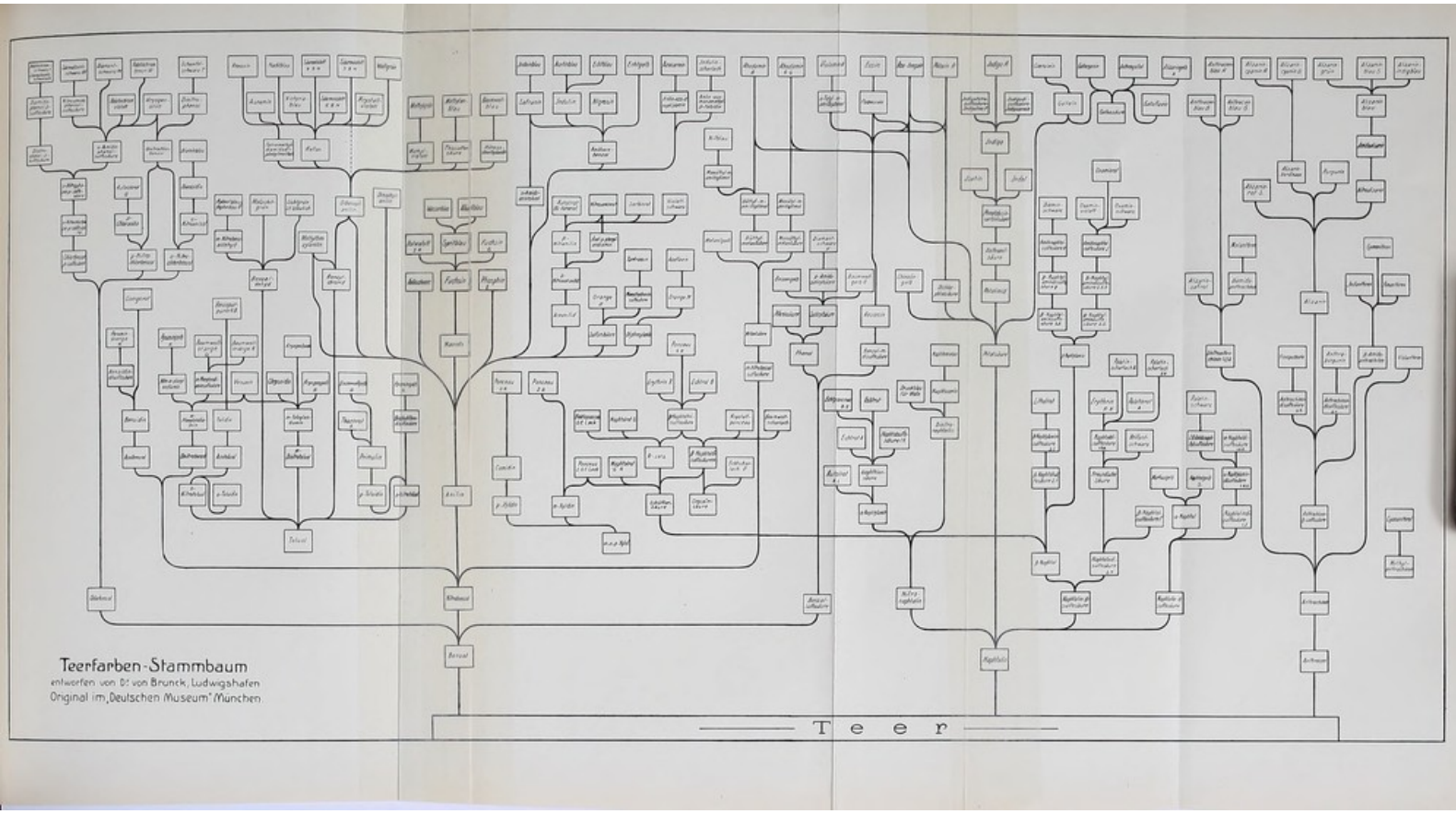
Ein weiterer, wegen seiner Echtheit hervorragender Farbstoff ist der Catechu, welcher aus verschiedenen ostindischen Pflanzen (Acacia catechu, Areca catechu u. a.) gewonnen wird und in dunkelbraunen Blocken oder Kuchen in den Handel kommt. Durch die Entdeckung der sogenannten Schwefelfarbstoffe ist auch der Bedarf an Catechu zurückgegangen, ohne daß er jedoch an Bedeutung sehr viel verloren hätte.

Von anderen natürlichen organischen Farbstoffen wäre der Vollständigkeit halber noch zu nennen: das Rotholz, das Gelbholz, die Orseille oder Persio; ferner verschiedene Gerbstoffe wie Sumach, Quebracho, Dividivi, Galläpfel, Knoppern usw., und zuletzt noch einige Farbstoffe aus dem Tierreich: die Cochenille, die Kermes und der Lac-Dye. In welchem Maße der Verbrauch der tierischen Farbstoffe abgenommen hat, ersieht man daraus, daß die Einfuhr von Cochenille nach Deutschland im J. 1875 noch einen Wert von 4 200 000 Mark hatte, während derselbe im J. 1900 auf 122 000 Mark gesunken ist.

Den Abschluß dieses Zweiges der Farbenindustrie bilden die künstlichen organischen Farbstoffe, das sind Teerfarbstoffe, Anilin- und Alizarinfarben.

Innerhalb von 2—3 Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts hat die Teerfarbenindustrie einen derartigen Umfang angenommen, daß die einzelnen Fabriken nicht nur ihre eigentlichen Halb- und Zwischenprodukte, sondern auch diejenigen Hilfsstoffe herstellen, welche die Fabrikate der chemischen Großindustrie bilden, nämlich Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlor, Soda, Ätznatron u. a., und zwar sind diese Betriebe von solcher Größe, daß die Farbenfabriken ebenfalls zur chemischen Großindustrie gerechnet werden müssen.

Kapff sagt in seiner „Farbenindustrie“ S. 521: „Diese Großbetriebe für die Farbstofffabrikation und namentlich die Angliederung von chemischer Großindustrie an die eigentlichen Farbstofffabriken bedingen den Rohbezug in großen Massen. Die Anlage bezw. die Verlegung dieser Industrie an Wasserstraßen ist dadurch gegeben. Im Anfangsstadium der Farbstofffabrikation, als Rohmaterial und fertiges Produkt noch hoch im Preise standen, die Gewinnungsmethoden noch nicht so rationell ausgearbeitet waren und der Verbrauch noch verhältnismäßig gering war, da waren die Transportkosten noch nebensächliche Faktoren und somit die Wahl der Örtlichkeit für die Anlage von Farbenfabriken lediglich von persönlichen oder zufälligen Umständen abhängig. Heute sind jedoch be-



Teerfarben-Stammbaum

entworfen von Dr. von Brunck, Ludwigshafen

Original im „Deutschen Museum" München.

queme und billige Transportverhältnisse ausschlaggebend, im Binnenland liegende Fabriken ohne Wasserstraßenverbindung werden deshalb an Wasserwege verlegt; so ist die Stuttgarter Fabrik der Badischen Anilin- und Sodafabrik nach Ludwigshafen am Rhein verlegt worden und die Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co. in Elberfeld haben sich in Leverkusen am Rhein angesiedelt. Welche Transportmassen für eine Farbenfabrik in Betracht kommen, möge z. B. daraus entnommen werden, daß die Badische Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh. im Jahre 1899: 243000 Tonnen Kohlen und 132000 Millionen kg Rohmaterialien angefahren hat; die Fabrik besitzt allein für Schwefelsäure ein eigenes Transportschiff mit einer Ladefähigkeit von 600000 kg".

Witt, einer der bedeutendsten Kenner dieses Industriezweiges, sagt in seinem schon des öfteren erwähnten Werke: „Die chemische Industrie des Deutschen Reiches im Beginn des 20. Jahrhunderts" auf S. 203, daß die Farbenindustrie mehr als jeder andere Zweig der chemischen Industrie von den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung direkt abhängig sei, stellt dann aber fest, daß eine gewisse Veränderung zwischen den Beziehungen der Wissenschaft zur Praxis eingetreten ist: „Es ist nicht zu bestreiten, daß die Farbenindustrie in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr die Forschung auf dem Gebiete, welches sie bearbeitet, in ihre eigenen Hände genommen hat. An die Stelle einer geschickten Ausnutzung der gelegentlichen Entdeckungen unabhängiger Forscher ist eine planmäßige Durchsuchung des bebauten Gebietes in den speziell von der Industrie zu diesem Zwecke unterhaltenen Forschungslaboratorien getreten."

Wie schon der Name „Teerfarbstoffe" andeutet, stammen diese organischen Farbstoffe fast ausnahmslos vom Steinkohlenteer ab, der bei der Leuchtgasbereitung aus Steinkohlen entsteht, ein lange Zeit lästiges und wertloses Abfallprodukt, das namentlich in England, wo die Gasindustrie im vollen Umfange betrieben wurde und heute noch wird, in ungeheuren Mengen sich anhäufte.

1835 entdeckte F. Runge das Anilin (eine farblose ölige Flüssigkeit) im Teer, 1845 A. W. Hofmann das Benzol, worauf Mansfield im Jahre 1848 ein Verfahren zur technischen Gewinnung des Benzols aus Teer ausarbeitete. Den ersten Anilinfarbstoff, das Mauveïn, stellte 1856 Perkin dar, zwei Jahre darauf beobachtete A. W. Hofmann die Bildung von Anilinrot, das kurz darauf Verguin und Renard (in Lyon) auf anderem Wege fabrizierten und als Fuchsin in den Handel brachten.

Diesem Farbstoff folgten in schneller Reihenfolge Anilinblau, Anilinviolett, Anilingrün, welche er als Abkömmlinge des Fuchsins teils selbst

darstellte, teils richtig erkannte. Natürlich reizten diese Erfolge immer mehr Chemiker zu Forschungen auf diesem Gebiet; 1860 fanden Girard und de Laire das Anilinblau, Lauth 1861 das Methylviolett, Hofmann 1862 das Jodviolett und Jodgrün. Von großer Bedeutung war die Entdeckung des Anilinschwarz durch Lightfoot im Jahre 1863. Während dessen Konstitution immer noch nicht aufgeklärt ist, hat sich die der anderen Anilinfarbstoffe, insbesondere seit den Untersuchungen E. und O. Fischers immer mehr aufgeklärt.

Das Jahr 1868 brachte das wichtige Ereignis der Entdeckung des künstlichen Alizarins durch Graebe und Liebermann und seitdem ist sowohl die Erfindung, als auch die technische Darstellung von Farbstoffen fast ausschließlich in deutschen Händen geblieben, und Namen wie Baeyer, Fischer, Nölting, Witt, Brunck, Böttiger, Heumann u. a. sind auf das engste mit der Farbenindustrie verbunden.

Durch wiederholte Destillation, durch Behandeln mit Säuren und Laugen kann man aus dem Teer eine ganze Reihe von eigenartigen Körpern abscheiden, welche das eigentliche Ausgangsmaterial für die Farbstofffabrikation, für die künstlichen Riech- und Süßstoffe, für Sprengmittel (Pikrinsäure, Lyddit), für pharmazeutische Stoffe, Desinfektionsmittel und eine Menge anderer Präparate bilden.

Weiterhin möge an die Überführung der Phtalsäure in Farbstoffe durch Baeyer erinnert sein; dieses Resultat war nicht nur von praktischer Bedeutung, indem Caro hieran anschließend die Eosinfarbstoffe auffand, sondern es war auch in wissenschaftlicher Beziehung von hoher Bedeutung, indem sich durch die Aufklärung der Konstitution dieser Phtaleïne auch über andere Gebiete Klärung ergoß. An diese Entdeckung reihte sich im Jahre 1887 die des Rhodamins.

Die Entwicklung der Fabrikation von Azofarbstoffen gründete sich zunächst auf die Arbeiten von P. Grieß über Diazoverbindungen, ferner auf die Forschungen von Caro, Nietzki, Witt. Im Jahre 1864 kam der erste Azofarbstoff, das Anilingelb, in den Handel, ohne daß seine wahre Konstitution damals bekannt war. Im Jahre 1876, als sich dieser Industriezweig gut entwickelt hatte, folgten rasch aufeinander das Chrysoïdin, die Tropäoline, denen sich die durch Echtheit ausgezeichneten roten Farbstoffe: Ponceau, Echtrot, ferner die Scharlachfarben wie Biebricher- und Croceïn-Scharlach anschlossen.

Von hervorragender Bedeutung ist unstreitig die Entdeckung (1884) der „substantiven Baumwollfarbstoffe“ aus Benzidin und ähnlichen Stoffen durch Böttticher u. a., wie beispielsweise: Kongorot, Benzopurpurin,

Chrysamin. Von welchem Erfolge diese Erfindung begleitet war, beweist allein der Umstand, daß heute über 200 derartige Stoffe in den verschiedensten Nüancen in den Handel gebracht werden.

Damit der Leser sich eine Vorstellung davon machen kann, welche Farben mit ihren reichen Nüancen aus dem Teer gewonnen werden, geben wir auf der Beilage einen Stammbaum der wichtigsten Teerfarbstoffe — 268 an der Zahl; derselbe ist von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen aufgestellt und dem „Deutschen Museum“ in München gestiftet worden.

Wir kommen nun zu den mineralischen (anorganischen) Farbstoffen.

Die Mineralfarben sind größtenteils Salze oder andere Verbindungen von Metallen, namentlich von Eisen, Blei, Kupfer, Quecksilber, Zinn, Antimon, Arsen, Aluminium, Cadmium, Zink, Baryum u. a.

Die Eisenerden geben teils braune, rote und gelbe Farben, deren Ton durch Brennen noch verändert werden kann; diese Farben werden wegen ihres billigen Preises nicht künstlich hergestellt, wohl aber erhält man bei der Schwefelsäurefabrikation aus Eisenkiesen braunrotes Eisenoxyd als Nebenprodukt, welches man zu billigen Anstrichen benutzt.

Von den künstlichen Mineralfarbstoffen steht das von dem Berliner Diesbach zu Anfang des 18. Jahrhunderts entdeckte und bald im Großen hergestellte Berliner Blau an erster Stelle. Man erhält es durch Vermischen von Lösungen von Blutlaugensalz (Ferrocyankali) und Eisensalzen. Je nach Wahl dieser Salze entstehen verschiedene Abarten des sich bildenden blauen Farbstoffes, welche als Berlinerblau, Pariserblau, Turnbullsblau im Handel sind.

Von den Bleifarben wären zu nennen: Bleiweiß, Mennig, Pariserrot, Massicot, Neugelb, Königsgelb. Verschiedene andere Präparate wie Permanentweiß, Zinkweiß und Lithopone haben mehrere Bleifarben im Verbrauch sehr beeinträchtigt.

Permanentweiß (blanc fixe), schwefelsaurer Baryt, wird teils aus dem natürlich vorkommenden Schwerspath und kohlensauren Baryt, teils aus Schwefelbaryum gewonnen.

Das Zinkweiß, Zinkoxyd, wird durch Erhitzen von metallischem Zink unter Zuführung von Luft erhalten.

Lithopone, ein Gemenge von Schwefelzink und schwefelsaurem Baryt, wird durch Vermischen zinksulfathaltiger Rückstände mit Schwefelbaryum erhalten und ist eine sehr gute, billige Anstrichfarbe.

Von den Kupferfarben ist das wegen seiner schönen Farbe und seit dem Jahre 1814 in Schweinfurt hergestellte „Schweinfurter Grün“ am bekanntesten; dasselbe ist eine Doppelverbindung von arseniksaurem und essigsaurem Kupfer und wird durch Zusammenbringen von Kupfersalzlösungen mit arseniger Säure und Ansäuern hergestellt. Früher wurde das „Schweinfurter Grün“ zum Färben von Ballkleidern, Blumen, Spielsachen usw. verwendet; da aber schon sehr viele Erkrankungen, auch Todesfälle infolge seiner großen Giftigkeit vorgekommen sind, ist dasselbe für eine derartige Verwendung in Deutschland verboten.

Unter den Metallen, die in Verbindung mit Schwefel geschätzte Farbstoffe liefern, ist das Quecksilber das wichtigste. Schwefelquecksilber oder Zinnober ist eine ebenso schöne wie wertvolle Farbe; wie wir aus der Geschichte bereits erfahren haben, ist die Kenntnis der Zusammensetzung und damit auch die künstliche Herstellung des Zinnobers sehr alt. Einen besonders schönen Zinnober können die Chinesen bereiten. Hierher gehören noch der Antimon-Zinnober und das Kadmiumgelb.

Ein Produkt, welches hauptsächlich in Deutschland hergestellt wird und aus Tonerde, Kieselsäure, Natron und Schwefel besteht, ist das Ultramarin. Es ist die geschätzteste und am meisten gebrauchte blaue Mal- und Anstrichfarbe.

Das Ultramarin kommt in der Natur als Lasurstein (Lapis lazuli) vor und wurde durch Pulverisieren und Schlemmen gewonnen; heute wird es aber ausschließlich künstlich hergestellt und zwar so, daß man eisenfreien Ton und Schwefel mit Soda oder mit Glaubersalz und Kohle schmilzt. Wie Kapff in seinem schon zitierten Werke S. 518 sagt: „war die richtige Zusammensetzung des Ultramarin bis in die zwanziger Jahre des 19. Jahrhunderts unbekannt, in welcher Zeit Gmelin als die Bestandteile des Lasursteines Tonerde, Kieselsäure, Natron und Schwefel erkannte und im Jahre 1827 das Ultramarin aus diesen Rohstoffen durch Zusammenschmelzen und Glühen darzustellen vermochte. Ungefähr um diese Zeit gelang auch dem Franzosen Guimet die künstliche Herstellung des Ultramarins, welcher als erster dasselbe fabrikmäßig gewann. Unabhängig von beiden Forschern fand 1828 auch Köttig in der Königl. Sächsischen Porzellan-Manufaktur in Meißen die künstliche Bereitung des Ultramarin und richtete dort einen fabrikmäßigen Betrieb hierfür ein. Bis etwa 1840 hatte Frankreich in der Ultramarinfabrikation die Führung, von da ab mußte es dieselbe an Deutschland abtreten, das seit dem auch an erster Stelle geblieben ist“.

Hieran anschließend haben wir als wichtigen Farbstoff den Kohlenstoff zu nennen, welcher als Ruß zu Mal- und Anstreichezwecken (Tusche)

und hauptsächlich zu Druckerschwärze verarbeitet wird, während er als Graphit zu Bleistiften Verwendung findet.

Zu den anorganischen oder Mineralfarben gehören schließlich noch die Bronze- oder Brokatfarben, welche aus fein pulverisierten Metallen (Kupfer, Gold, Silber, Aluminium) oder aus Legierungen (Kupfer-Zink, Bronze) bestehen. Diese Farben, welche hauptsächlich in Nürnberg und Fürth hergestellt werden, dienen hauptsächlich zur Fabrikation der sogenannten Metallpapiere wie: Goldpapier, Silberpapier, Brokatpapiere, Tapeten u. a.

Jedenfalls ist auch die anorganische Farbenindustrie für das deutsche Wirtschaftsleben von großer Bedeutung, was aus der Reichsstatistik deutlich hervorgeht.

Bevor wir dieses Kapitel zum Abschluß bringen, mögen aus dem Berichte der Berufsgenossenschaft (1905) einige wichtige Punkte über die letztjährige Entwicklung der mächtigen Farbenindustrie, deren durchschnittliche Ertragsfähigkeit von 10,99 auf 11,99 gestiegen ist, wiedergegeben werden. Vor allem ist das Ereignis, daß die größten deutschen Farbenfabriken sich zu zwei Gruppen in Form von Interessengemeinschaften vereinigt haben, von größter Bedeutung. Bei diesen Vereinigungen hatte man nicht nur die unmittelbaren wirtschaftlichen Vorteile im Auge, die aus der Beschränkung des übermäßig gewordenen Konkurrenzkampfes und der daraus hervorgegangenen Mißstände beim Verkauf sich ergaben, sondern sie sollten vor allem auch dem Fortschritt der Industrie dienen, indem sie durch Zusammenfassen bisher getrennt und zerstreut wirkender Arbeitskräfte und durch Herbeiführung zweckmäßiger Arbeitsteilung die systematische Bearbeitung aller Zweige dieser Industrie in gründlichster und vollkommenster Weise ermöglichte.

Ferner sind neben den Bestrebungen, die auf die Gewinnung neuer Produkte und auf die Ausfüllung vorhandener Lücken gerichtet sind, auch Erfolge bei Arbeiten, die die Verbesserung und Verbilligung des Herstellungsverfahrens älterer und eingebürgerter Farbstoffe zum Zwecke haben, zu verzeichnen.

Naturgemäß kommt somit die Farbenindustrie der Lösung einer ihrer wichtigsten Aufgaben, der vollständigen Verdrängung der Pflanzenfarbstoffe immer näher, zumal wenn man bedenkt, daß die Ausfuhr des synthetischen Indigo im Jahre 1905 eine Zunahme von 1 Million Mark erfahren hat. Ebenso sehen wir aus der Statistik, daß die Einfuhr des Blauholzes wesentliche Rückschritte, nämlich 1905: von 30 000 auf 23 000 Tonnen zu verzeichnen hat; ein Beweis dafür,

daß dieses Produkt den Fabrikaten der chemischen Industrie den Platz räumen muß. Die Ausfuhr von Teerfarbstoffen hat im Jahre 1904/05 um 600 000 Mark zugenommen und die Einfuhr um 150 000 Mark. Wie der Bericht der Berufsgenossenschaft schreibt, ist die Möglichkeit dieses Eindringens ausländischer Farbstoffe in unsere eigenste Domäne fast ausschließlich auf den seit langen Jahren beklagten Mangel eines Patentschutzes in der Schweiz zurückzuführen. Erfreulicherweise wird wahrscheinlich auch diesem Übelstande bald ein Ziel gesetzt werden, da es der deutschen Regierung gelungen ist, in den neuen Handelsvertrag mit der Schweiz eine Bestimmung aufzunehmen, nach welcher Deutschland berechtigt sein soll, trotz der Zollfreiheit auf die aus der Schweiz eingehenden Teerfarben einen Zoll zu legen, sofern dort nicht bis zum 31. Dezember 1909 gesetzliche Bestimmungen zur Gewährung eines genügenden Patentschutzes getroffen sind.

Was den Geschäftsgang in der chemischen Farbenindustrie im Jahre 1906 betrifft, so war derselbe ebenfalls sehr gut, indem der Absatz nach dem Auslande wie nach dem Inlande eine erhebliche Steigerung erfahren hat. Trotz der Preissteigerung der Rohmaterialien sowie Erhöhung der Betriebsunkosten und Löhne kann man mit dem finanziellen Ergebnis sehr zufrieden sein. Dr. Goldschmidt teilt in seinem Berichte (vgl. „Chemische Zeitschrift“ V, 24 S. 574) mit, daß für die Elberfelder Farbenfabrik eine Schätzung der Verwaltung bereits vorliegt, wonach die Dividende wieder mit dem vorjährigen Satze von 33 Proz. in Aussicht zu nehmen ist, und für die Badische Anilin- und Sodafabrik, die im Vorjahre 27 Proz. verteilte, wird, wie die „Frankfurter Zeitung“ mitteilt, angenommen, daß die Dividende diesmal weniger stark hinter dem Satze der verbündeten Elberfelder Gesellschaft zurückbleiben wird. Für die Farbenwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst rechnet man darauf, daß die Dividende, die im Vorjahre von 20 auf 24 Proz. gesteigert wurde, eine weitere mäßige Erhöhung erfahren wird.

Bemerkenswert ist der Schluß der Ausführungen von Goldschmidt, wo er schreibt: „Waren somit die Ergebnisse der chemischen Industrie im laufenden Jahre durchweg sehr gute, so werden doch die Aussichten insofern weniger zuversichtlich beurteilt, als man für ein weiteres Voranschreiten und eine weitere Entwicklung der Konjunktur einstweilen keine Anhaltspunkte sieht. Sogar will man in Fachkreisen Anzeichen bemerken, die im Gegenteil darauf hindeuten, daß die Konjunktur in der Branche für den Augenblick ihren Höhepunkt erreicht und vielleicht sogar schon überschritten habe. Die Absatzmöglichkeit der Werke hat begreiflicher-

weise bestimmte Grenzen, während auf der anderen Seite die erhöhten Unkosten für Materialien und Löhne bestehen blieben. Auf diese Verhältnisse ist mit besonderem Nachdruck hinzuweisen, wenn es sich, wie im vorliegenden Falle um Aktien handelt, deren hohes Agio leicht zu stärkeren Kursschwankungen führen kann".

Die Industrie der Teerprodukte.

Vor mehr als einem Jahrhundert ist die trockene Destillation der Steinkohlen zum Zwecke der Gewinnung von Leuchtgas eingeführt und damit ein neuer Industriezweig ins Leben gerufen worden. Wie Witt (vergl. „Die chemische Industrie zu Beginn des XX. Jahrhunderts" S. 189) sagt, arbeiteten bis in die achtziger Jahre die Gasfabriken vielfach mit gußeisernen Retorten und bei verhältnismäßig niedriger Temperatur. Da man fand, daß die Leuchtkraft des Gases um so geringer wird, je höher man mit der Temperatur der Destillation geht, und gleichzeitig aber auch die Menge des erhaltenen Gases enorm zunimmt, was durch ein rapides Steigen des Gehaltes des Leuchtgases an Wasserstoff bedingt ist, entwickelte sich das sogen. „moderne" Gasbereitungsverfahren, welches im Wesentlichen darauf beruht, die Destillation der Kohle in Retorten aus feuerfestem Ton bei höchster Weißglut durchzuführen. Hiedurch wird die Ausbeute nahezu auf das Doppelte erhöht, bei gleichzeitiger Verringerung der Fabrikationskosten.

Während die Nebenprodukte der Gasfabrikation früher wertlos waren, fanden sie in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts eine grössere Bedeutung wie das Ammoniak für die Landwirtschaft und der Teer für die Teerfarbenindustrie; trotzdem war die Gasindustrie keineswegs so eingeführt, wie man es für die Zukunft erwartet hatte.

Später wurde die Destillationskokerei eingeführt; dieselbe erzeugt für metallurgische Zwecke, insbesondere für den Hochofenbetrieb ein von flüchtigen Produkten freies, so viel als möglich aus reinem Kohlenstoff bestehendes Brennmaterial. Wie Witt in dem oben schon zitierten Werke sagt, dürfte gegenwärtig in Deutschland die Destillationskokerei vollständig, in England, Frankreich zum grössten Teil das alte Kokereiverfahren, welches zur Gasbereitung genau im gleichen Verhältnis stand wie die Meilerköhlerei zur Holzdestillation, verdrängt haben. Auch in Österreich,

Belgien und vor kurzem in Amerika hat die Destillationskokerei ihren Einzug gehalten.

Was die Ausbeute des neuen Verfahrens betrifft, so ist dieselbe relativ geringer wie die Teerausbeute der modernen Leuchtgasfabrikation; trotzdem kann auch eine relativ geringe Teerausbeute in einem so großen Betriebe, wie die Kokerei es ist, eine große Teerproduktion zur Folge haben, was ja auch mit der Einführung des neuen Verfahrens der Fall war. Mittlerweile haben sich die Teerdestillationen Deutschlands, welche früher mit denen Englands nicht zu vergleichen waren, vermehrt und bedeutend vergrößert, so daß wir unter ihnen Fabriken von sehr großem Umfange und mit enormen Produktionsmassen vorfinden. Was die Teerindustrie heute für eine Bedeutung erlangt hat, bedarf wohl keiner Frage.

Dr. H. Brunck schätzt die jährliche Produktion der Steinkohlenteer destillierenden Länder (Deutschland, England, Frankreich, Belgien, Österreich) auf 25—30 000 Tonnen (Chem. Ind. 1901, S. 22).

Nach H. Kraemer ist das Mengenverhältnis der bei der Steinkohlenteer-Verarbeitung erhaltenen Erzeugnisse nachfolgendes (Schillings Journ. f. Gasbeleuchtung 1891):

Benzol-Homologen	2,50 Proz.
Phenol-Homologen	2,00 „
Pyridin (Chinolinbasen)	0,25 „
Naphtalin (Acenaphten)	6,00 „
Schwere Öle	20,00 „
Anthracen, Phenanthren	2,00 „
Asphalt (lösliche Bestandteile des Pechs)	38,00 „
Kohle (unlösliche Bestandteile des Pechs)	24,00 „
Wasser	4,00 „
Gaseverluste	1,25 „

Legt man diese Zahlen der Berechnung zu Grunde, so ergibt sich eine Schätzung der Erzeugung von Teerprodukten in Deutschland auf folgende Weise:

Von der auf Grund der Brunck'schen Zahlen oben angenommenen Jahresproduktion mag die Hälfte aus Koksofen stammen. Der verbleibende Rest von 4000 Tonnen, zum Toluol addiert und mit Hilfe der Kraemer'schen Zahlen auf die anderen Bestandteile umgerechnet, gibt folgende Tabelle:

Benzolkohlenwasserstoffe aus Teer	5 500	bis	6 000	Tonnen
Phenol-Kresol	4 400	„	4 800	„
Pyridin	550	„	600	„
Naphthalin	13 200	„	14 400	„
Anthracen	4 400	„	4 800	„
Pech	136 000	„	150 000	„

N. O. Witt (Die chem. Industr. zu Beginn des XX. Jahrh., S. 199) knüpft an die Zahlen der Benzolkohlenwasserstoffe folgende Bemerkung: „. . die Benzolproduktion wird von kompetenter Seite wesentlich höher eingeschätzt, als in dieser Rechnung zu Grunde gelegt wird. Bedenkt man aber, dass die erhöhte Zahl lediglich der zunehmenden Produktion an Kokereibenzol Rechnung trägt, so behält die angestellte Rechnung immer noch einigen Wert."

Die Industrie der Fette und Öle.

a) Die Seifenfabrikation.

Zu Homers Zeiten war die Seife noch nicht bekannt; denn man benutzte damals und noch lange nachher zum Waschen nur Holzasche, natürliche Soda und Abkochungen einzelner Pflanzen; am meisten verwendete man gefaulten Urin, dessen Ammoniakgehalt der Hauptträger seiner Waschkraft gewesen sein wird. Ja, im alten Rom hatten diejenigen Personen, welche die Wäscherei als ihr Gewerbe betrieben, die Erlaubnis, an verschiedenen Plätzen der Stadt große Gefäße aufzustellen, in welchen der Urin gesammelt wurde.

Plinius der Ältere berichtet uns, daß bei den Galliern feste und flüssige Seife — bestehend aus Ziegentalg und Buchenholzasche — aber nicht zum Waschen, sondern zu außerordentlichen arzneilichen Zwecken benutzt wurde. Galenus erwähnt ebenfalls eine („deutsche") Seife, die, wie Heller in seiner Arbeit über die Seifenindustrie sagt, aus ähnlichen Bestandteilen zusammengesetzt gewesen sein soll. Dieses Produkt wurde allerdings zum Reinigen verwendet; auch heute noch wird diese Art Seife von den Kabylen auf die Märkte des inneren Algeriens gebracht. Die eigentlichen Erfinder der Seife sollen die Phönizier gewesen sein, welche 600 v. Chr. die Methode der Seifenbereitung nach Gallien überführt haben. Bis zum 15. Jahrhundert ist aus der Geschichte nichts Belangreiches über die Entwickelung der Seifenbereitung zu erfahren; Venedig war zu dieser Zeit der Haupthandelsplatz, später Marseille, Savona, Genua und erst zwei Jahrhunderte später kam die Seifenindustrie in England und Frankreich zu höherer Blüte.

Vor allem verdankt die heutige Seifenindustrie ihre kulturelle Entwickelung einerseits der medizinischen Wissenschaft, anderseits der Technik.

In erster Linie war es Chevreul, welcher mit seinen Arbeiten über die Natur der Fette und damit zugleich über das innere Wesen ihres Verseifungsprozesses im Anfang des 19. Jahrhunderts den ersten Anstoß zu ihrer heutigen Entwickelung gegeben hat.

Hauptsächlich befaßt sich die Seifenindustrie mit der Herstellung von Haushaltungsseifen verschiedener Gattung, ferner mit der Fabrikation der Seifen für kosmetische, medizinische und gewerbliche Zwecke. Außerdem beschäftigt sie sich mit der Gewinnung und Reinigung einzelner Rohstoffe zur Seifensiederei und mit der Verwertung einiger Nebenprodukte derselben.

Als Rohmaterialien der Seifenfabrikation dienen:

A. Die Fette, und zwar: 1. tierische Fette, 2. pflanzliche Fette (Öle), sowie Fettsäuren.

B. Die Fichtenharze.

C. Die kohlensauren Alkalien (Pottasche und Soda), die Ätzalkalien.

D. Das Kochsalz, das Wasser, der gebrannte Kalk.

Wir lassen hier gleich einige statistische Daten über den Handel mit Fetten, von denen fast ausschließlich die verschiedenen Talgarten, das Schweinefett, das Knochenfett und die Trane zur Verarbeitung gelangen, folgen:

Name des Fettes	Herkunftsland	Einfuhr 1901		Bemerkungen
		Tonnen	1000 Mk.	
Talg	Australien, Amerika, England, Deutschland	23 114	13 406	
Schweineschmalz (ausgenommen das unter Kontrole)	Amerika (New York, Chicago), Deutschland, Österreich-Ungarn, Niederlande	97 884	83 235	
Tran	Norwegen	16 603	6 143	
Knochenfett . .	Deutschland, Oesterreich, Amerika und England. Die Gewinnung desselben erfolgt bei der Verarbeitung der Knochen auf Leim, Düngemittel usw.	—	—	
b) Pflanzliche Fette (Öle):				
Baumwollsamenöl	Vereinigte Staaten von Amerika, England	51 802	20 757	
Leinöl	Holland, die russ. Ostseeprovinzen, Deutschland und Amerika	6 520	3 060	Bezieht sich auf das Jahr 1900
Palmöl, Kokosöl .	Westafrika, Südamerika, Kanarische Inseln, Madeira	16 716	6 579	

Name des Fettes	Herkunftsland	Einfuhr 1901		Bemerkungen
		Tonnen	1000 Mk.	
Palmkernöl . .	Die Samenkerne werden aus den Tropen importiert und in Deutschland von Öl befreit	151 037	37 710	Bezieht sich auf Palmkerne, Koprat, Butterbohnen, Elipe-Sheanüsse und Stillingiasamen gemeinsam
Olivenöl . . .	Die Mittelmeerländer, Spanien, Portugal, Italien, Südfrankreich, Griechenland	12 425	9 439	
Sesamöl, Erdnußöl	Die Sesampflanze wird in den meisten tropischen und wärmeren Ländern gebaut. Ost- und Westafrika, Indien, Kleinasien. Die Samen werden importiert und in Deutschland, Österreich, Frankreich und England entölt	35 870	10 207	Nur auf Sesamsamen bezüglich

c) Fettsäuren und Harze.

Ölsäuren, Öldraß	Niederlande, Belgien, Deutschland	15 219	5 958	
Stearinsäure, Palmitinsäure . .	England, Amerika, Holland	7 188*)	3 594	*) inkl. Paraffin-Walrat
Harze	Amerika, Österreich-Ungarn, Frankreich	106 651*)	12 010	*) inkl. Terpentinbalsam

Nach Heller (vergl. Die Seifenindustrie) dürfte sich die Zahl der seifensiederischen Betriebe auf etwa 3000 belaufen, in welchen annähernd wohl 25—30 000 Personen Beschäftigung finden.

Der Import an geformten und parfümierten Seifen bezifferte sich im Jahre 1901 auf 193 Tonnen im Werte von 328 000 Mark; der Export auf 3878 Tonnen im Werte von 5 429 000 Mark. Diese Zahlen beziffern sich nur auf Toiletteseifen, da die gewöhnlichen Haushaltsseifen weder die hohen Frachtspesen noch die Eingangszölle vertragen können.

Für Toiletteseifen sind etwa 400 Spezialbetriebe mit einer ungefähren Jahresproduktion von 300 000 Doppelzentnern vorhanden.

Was die rein volkswirtschaftliche Bedeutung der Seifenindustrie betrifft, so waren nach der Zählung von 1895 in der „Industrie der Leucht-

stoffe, Seifen, Fette und Öle“ 57 909 Personen beschäftigt, darunter 4288 weibliche Personen. Hiervon muß der größere Teil allein auf die Seifenindustrie gerechnet werden, welche von den in Frage kommenden 6191 Gewerbebetrieben der genannten Gruppe deren zirka 3000 umfaßt.

Die Zolleinnahmen aus Fetten und Ölen — ausschließlich Speiseölen — betrugen im Jahre 1901 2 289 000 Mark oder 0,4 Proz. vom gesamten Zollertrage des Reiches und für Schmalz 12 464 000 Mark; erwägt man ferner, daß die Statistik des Eisenbahngüterverkehrs im Jahre 1900 allein für Öle, Fette, Tran und Talg 619 000 Tonnen, für Salz 1 290 000 Tonnen, für Soda aller Art 435 000 Tonnen als Mengen der beförderten Güter angibt, so ersieht man hieraus eine hervorragende Beteiligung der Seifenindustrie im allgemeinen volkswirtschaftlichen Sinne.

Heller sagt denn auch in dem schon zitierten Werke: „faßt man alle Gesichtspunkte zusammen, so ist die Seifenindustrie zwar nur ein hauptsächlich aus Kleinbetrieben bestehender Erwerbszweig, der jedoch im Verhältnis zu seiner Größe in allen Teilen des Reiches einem nicht unerheblichen Teil deutscher Mitbürger Beschäftigung und Lebensunterhalt gewährt. Die Seifenindustrie gehört auch zu den seßhaften Gewerben und schafft einen Mittelstand bescheidener, staatstreuer Existenzen, sie versorgt dabei Deutschland mit einem Verbrauchsstoff, dessen hervorragend sanitäre Eigenschaften berufen sind, die Gesundheit und somit Leistungsfähigkeit des Körpers zu erhalten, die mit der Erhöhung der geistigen Schaffenskraft Hand in Hand geht.“

Ein hervorragendes Produkt in der Fettindustrie ist das Glycerin. Dasselbe wurde von Scheele als Produkt der Zersetzung von Baumöl und Bleiglätte entdeckt und mit dem Namen „Oelsüss“ bezeichnet. Später machte Berthelot sehr umfangreiche Untersuchungen über das Glycerin, den Repräsentant der dreisäurigen Carbinole, wodurch der Erkenntnis der mehrsäurigen Alkohole Vorschub geleistet wurde. Es ist ein Nebenprodukt der Stearinsäurefabrikation in den meisten Fetten in der Menge von 10—14 Proz. enthalten und scheidet sich beim Verseifen ab. Das Rohglycerin ist gelb bis braun und enthält bis 20 Proz. Gips, Chlorcalcium, Buttersäure und andere übelriechende Fettsäuren.

Das Glycerin benutzt man zum Weichhalten der Haut, der Haare, des Leders oder um das Eintrocknen der Schlichte in der Weberei, des Gummi arabicum, der Appreturmasse in Zeugdruckereien zu verhindern; ferner zum Lösen von Anilinfarben, Extrakten zur Aufbewahrung von anatomischen Präparaten, zur Füllung von Gasuhren und als Druckflüssigkeit für hydraulische Maschinen. Mit kalter, konzentrierter Salpeter-

säure oder besser durch Einwirkung eines Gemisches von Salpetersäurehydrat und Schwefelsäurehydrat gibt das wasserfreie Glycerin das Nitroglycerin (Nobels Sprengöl, Glonoin), eine äußerst explosive Verbindung, die nicht transportfähig ist. Dieses Produkt, das Nitroglycerin, war schon 15 Jahre vorher als ein von Sobrero entdecktes chemisches Präparat bekannt, bis es Nobel gelang, dasselbe als Sprengmittel in Anwendung zu bringen. Vor allen anderen waren es aber auch die Chemiker Abel, Champion-Kopp, die durch ihre Untersuchungen über das chemische Verhalten des Sprengöles der Technik nützlich gewesen sind. Wir kommen in dem Kapitel der Industrie der Sprengmittel noch auf diese Produkte zurück. Ein Gemenge von Nitroglycerin mit Kieselgur führt den Namen Dynamit, und Gemenge von Nitroglycerin mit Sägespänen, Holzstoff oder Strohzellulose, die vorher mit Salpeter- und Schwefelsäure behandelt wurden, heißen Dualin, Paleïn, Neudynamit, Lithofrakteur.

Die Industrie der Sprengstoffe und Zündwaren.

Hampke führt in seiner Arbeit über die Sprengstoffindustrie u. a. folgendes aus: Nachdem schon in den Jahren 660—667 Kallinikos aus Heliopolis bei der Verteidigung Konstantinopels eine Feuermischung — das griechische Feuer — gebraucht hat, das er in die feindlichen Werke schleuderte und das ursprünglich aus Schwefel, Pech und verschiedenen Harzen gemischt war, wurden den Chronisten zufolge auch schon unter Donner und Blitz Steine 1085 vor Toledo, 1147 vor Lissabon, 1148 vor Saragossa, 1195 vor Silvas, 1219 vor Requenna, 1229 vor Maloria, 1265 von den Arabern vor Caesarea geschleudert, so daß die Erfindung des Pulvers weder von Roger Baco noch für Albertus Magnus in Anspruch genommen werden kann.

Ursprünglich wurde das Pulver in steinernen Mörsern mit der Hand hergestellt, später bediente man sich der Mühlsteine und es ist bekannt, daß im Jahre 1340 in Augsburg, 1344 in Spandau und 1348 in Liegnitz Pulvermühlen bestanden.

Im Jahre 1435 entstand in Nürnberg die erste Stampfmühle und 1754 wurde in Frankreich die erste Walzmühle gebaut. Auch heute noch wird das Pulver auf rein mechanischem Wege — durch Mischung — in den Pulvermühlen hergestellt und richtet sich seine Feinheit und Zusammensetzung nach dem Verwendungszweck. Beim Kriegspulver ver-

langt man hauptsächlich Triebkraft, beim Jagdpulver rasche Entzündlichkeit und Verbrennung, beim Sprengpulver aber die Entstehung einer möglichst großen Menge von Gasen bei hoher Temperatur.

Nach Hampke (ebenda 530) wird dem sächsischen Oberbergmeister Martin Weigel die Erfindung der Sprengarbeit zugeschrieben, zum ersten Male aber ist dazu das Pulver im Jahre 1627 in Chemnitz von dem Tiroler Caspar Weindl benutzt worden. Von Chemnitz aus wurde die Sprengarbeit nach Böhmen und dem Harze eingeführt und zwar 1632 in Clausthal, 1645 in Freiberg i. Sachsen, 1670 durch deutsche Bergleute in England, 1724 in Schweden, im Salzkammergut erst im Jahre 1768. Die Maschinenbohrung wurde 1783, die Sicherheitszündschnur 1831 und die Bohrung mit gepreßter Luft 1854 eingeführt.

Die Rohmaterialien für die deutsche Pulverfabrik stammen bis auf den von Sicilien eingeführten Schwefel aus Deutschland. Der Kalisalpeter, welcher früher aus Indien bezogen wurde, wird jetzt ausschließlich in Deutschland aus Natronsalpeter durch Umsetzung mit Chlorkalium hergestellt und muß von größtmöglicher Reinheit sein. Die Holzkohle wird am besten aus Faulbaum-, Weiden- oder Erlenholz gewonnen.

Das Fabrikat hat sein Absatzgebiet im Inland und Ausland. Die Produktion beträgt jährlich annähernd 11 000 000 kg, davon wurden im Jahre 1900 exportiert 2 134 900 kg und zwar hauptsächlich nach Westafrika und Hongkong, während die Einfuhr sich nur auf 39 500 kg bezifferte.

Indes wurden die auf mechanischem Wege erzeugten Pulver immer mehr und mehr durch die rauchschwachen chemischen Pulver verdrängt; wir werden nunmehr diese in großen Zügen behandeln.

Als der Franzose Pélouze im Jahre 1835 die Beobachtung machte, daß alle vegetabilischen Substanzen, wenn sie einige Augenblicke in konzentrierte Salpetersäure getaucht werden, eine ganz ungemein entzündliche Masse bilden, war die wichtigste Vorarbeit in dieser Richtung erfolgt.

Trotzdem blieb diese Entdeckung lange vergessen, bis 1846 ganz unabhängig voneinander die deutschen Chemiker Schönbein und Böttger bei der Einwirkung von Salpetersäure und konzentrierter Schwefelsäure auf Baumwolle die Schießbaumwolle (Nitrocellulose) entdeckten.

Da Schönbein für die Chemie von großer Bedeutung ist, wollen wir an dieser Stelle ein kurzes Lebensbild dieses Gelehrten entrollen.

Christian Friedrich Schönbein wurde am 18. Oktober 1799 zu Metzingen in Schwaben als Sohn eines Färbers geboren und trat 1813

in die Fabrik chemischer und pharmaceutischer Produkte von Metzger und Kaiser in Böblingen als Lehrling ein, um sich dort als praktischer Chemiker auszubilden. Nach 7 Jahren verließ Schönbein seine Stellung und siedelte nach Augsburg über, um in der chemischen Fabrik Dr. J. G. Dingler zu konditionieren. Allein diese Stellung war nicht von langer Dauer, denn Schönbein hatte den Drang in sich, der wissenschaftlichen Laufbahn sein Interesse zuzuwenden; er ging nach Erlangen und war Schüler Schellings, Schuberts, ferner studierte er bei Kastner und Pfaff. Im Juli 1822 kehrte Schönbein in seine Heimat zurück, bezog die Universität Tübingen, wo er bei Gmelin Chemie hörte. 1823 verließ er Erlangen und nahm eine Lehrstelle in Keilhau (Thüringen) an, wo er Physik, Chemie und Mineralogie vortrug. Drei Jahre später siedelte er nach England und von dort nach Paris über.

1828 erhielt Schönbein einen Ruf als Professor an die Universität Basel, welchem er auch Folge leistete. Er starb am 29. Aug. 1868 auf einer Reise nach Baden-Baden.

Von seinen hervorragenden Arbeiten mögen folgende genannt sein: Seine klassischen Untersuchungen über Ozon, nachdem lange zuvor van Marum (1785) auf die eigentümliche Veränderung des Sauerstoffs durch elektrische Funken hingewiesen hatte, ferner über Wasserstoffsuperoxyd, über die Passivität des Eisens, über katalytische Wirkungen; ganz besonders wichtig ist die Entdeckung der Schießbaumwolle (1845), nachdem er schon im Jahre 1839 das Ozon und 1844 die Eigenschaft des Phosphors, den mit ihm in Berührung gebrachten Sauerstoff zu ozonisieren, aufgefunden hatte. Ferner stellte er Nitrosaccharin, Nitroamylum und das Kollodium dar.

Von seinen Schriften erwähnen wir: „Das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff“ (1837), „Beiträge zur physikalischen Chemie“ (1844), „Über die Erzeugung des Ozons“ (1844), „Über die langsame und rasche Verbrennung der Körper in atmosphärischer Luft“ (1845).

Ascagne Sobrero gelang es ein Jahr später, einen an Wirkung der Schießbaumwolle ganz ähnlichen Körper, das Nitroglycerin durch Behandlung von Glycerin mit Salpetersäure herzustellen.

Beide Entdeckungen hatten nicht den gewünschten Erfolg, weil sich in den 1860er Jahren die Unglücksfälle bei der Anwendung dieser beiden Sprengkörper zusehends vermehrten; erst dem schwedischen Chemiker Nobel war es vorbehalten, als erster die Fabrikation des Nitroglycerins im Großen durchzuführen und im Jahre 1868 durch Mischung dieser Fabrikate mit Kieselerde (Guhr) den von ihm Dynamit

genannten Sprengstoff herzustellen, der auch seit 1870 allgemein eingeführt wurde.

Das Jahr 1886 brachte eine neue Entdeckung; es wurde nämlich durch Aufgießen von Nitroglycerin auf Schießbaumwolle und Beimengung von Pulver das Neudynamit hergestellt, welches das eigentliche Dynamit so verdrängt hat, daß es nunmehr nur noch vereinzelt auf besondere Bestellung fabriziert wird.

Die Suche nach kräftigeren Explosivstoffen veranlaßte verschiedene Armeen, der Pikrinsäure ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden; dieses Produkt, welches schon 120 Jahre lang als Farbstoff bekannt war, hatte Borlinetto zuerst im Jahre 1867 in einer Mischung mit Natronsalpeter und chromsaurem Kali als Sprengpulver empfohlen und schließlich ist denn auch die Pikrinsäure in Verbindung mit Collodium zur Füllung von Granaten als Melinit eingeführt worden.

Vieille erfand 1886 das rauchlose Pulver, welches aus in Äteralkohol gelöster Schießbaumwolle und Pikrinsäure besteht, und von Alfred Nobel und anderen Chemikern vervollkommnet jetzt in allen Armeen eingeführt ist.

Nach Wichelhaus erzeugten in Deutschland (1890) zehn Fabriken 4938 t Dynamit im Werte von 7 937 400 Mk., wobei als Hauptbestandteil 3271 t Nitroglyzerin verarbeitet wurden. Die sechs Fabriken für Nitrocellulose stellten im Jahre 1890 über 573 t im Werte von 2 666 500 Mk. her. Jedenfalls, schreibt Hampke, ist die Produktion der deutschen Fabriken zurzeit erheblich größer als damals, auch als der heimische Sprengstoffkonsum und ist die Ausfuhr ebenfalls bedeutend. Sie betrug im Jahre 1900 an Pikrinsäure 355 300 kg im Werte von 693 000 Mk., an sonstigen Sprengstoffen 2 807 900 kg im Werte von 3 285 000 Mk. Als fremde Absatzgebiete kommen hauptsächlich Großbritannien, Rußland, Australien, Südamerika, Asien und Südafrika in Betracht.

Nach der Gewerbestatistik von 1895 gab es damals 212 Betriebe, die Sprengstoff herstellten und 16 516 Personen beschäftigten, darunter 5529 oder 34 % weibliche. Unter diesen 212 Betrieben waren es nur 54, die von dem Unternehmer allein geführt und 41, in denen 2—5, zusammen 137 Personen beschäftigt wurden, dagegen 43, die 6—20, zusammen 449 und 56, die 21—200, zusammen 3514 Personen beschäftigten, endlich 18 mit über 200, im ganzen 12 362 Personen. Daraus geht hervor, daß in der Sprengstofffabrikation die Großindustrie bei weitem überwiegt, mehr wie in der chemischen Industrie im allgemeinen.

Mit der Sprengstoffindustrie eng verbunden ist die Fabrikation der Zündwaren; auch bei diesem Industriezweig müssen wir ein wenig verweilen:

Hampke, den wir schon des öfteren zitierten, hat uns mit der geschichtlichen Entwicklung dieses Fabrikationszweiges durch eine eingehende Arbeit vertraut gemacht; wir entnehmen derselben (vergl. Hampke: Die „Sprengstoffindustrie", S. 534 ff.) folgendes:

Zu Titus Zeiten war es bei den Römern üblich, die Spitze eines Schwefelstängelchens in vermodertes Holz zu stecken und so durch Reibung an Steinplatten Feuer zu erzeugen. Im 14. Jahrhundert dagegen war der Gebrauch des Stahls, des Feuersteins und Zunders oder Schwammes eingeführt; dieses Feuerzeug wurde durch die Döbereiner'sche Wasserstoffzündmaschine ersetzt, die jedoch den Nachteil hatte, daß sie nicht transportabel war. Im Jahre 1806 erfand Chancel die Tunkhölzer, die schon 6 Jahre später in Wien fabrikmäßig hergestellt wurden. 100 Stück Hölzchen kosteten 2 Mark. Wenngleich dieselben einen großen Fortschritt bedeuteten, so war auch dieses Fabrikat noch sehr unvollkommen, da die Entzündung noch sehr unsicher war und dann aber auch durch Umherspritzen der explosiblen Zündmasse Gefahren mit sich brachte. In England wurden 1830 auf dem gleichen Prinzip beruhende Tunkhölzer unter dem Namen „Prometheus" vertrieben und erst 2 Jahre später kamen die ersten wirklichen Streichzündhölzchen unter dem Namen Congrevesche Streichhölzer auf. Sie enthielten über dem Schwefel einen Überzug von 1 Teil Kaliumchlorat und 2 Teilen grauen Schwefelantimon mit Leim als Bindemittel aufgetragen. 1833 tauchten die ersten von J. Kammerer in Ludwigsburg hergestellten Phosphorzündhölzer auf, die alsbald auch von anderen Firmen, wie von J. Walcker in England, Moldenhauer in Darmstadt, Prestel in Wien fabriziert wurden.

Schon im Jahre 1835 wurde ein Fortschritt in der Herstellung der Phosphorstreichhölzer gemacht, indem das in der Zündmasse vorhandene explosible Kaliumchlorat von Trevany durch eine Mischung von Mennige und Braunstein, im Jahre 1837 von Prestel durch das braune Bleisuperoxyd oder durch ein Gemenge von Mennige und Salpeter ersetzt wurde. Mit diesem Momente setzte der Aufschwung der Zündwarenindustrie ein.

A. Schrötter in Wien erfand die Sicherheitszündhölzer — ohne Schwefel und giftigen Phosphor — im Jahre 1847; dieses neue Feuerzeug wurde von Prof. Böttger in Frankfurt vervollkommnet und von der Firma B. Fürth in Schüttenhafen und Goldenkron zuerst fabrikmäßig auf-

gegriffen. Aber auch bei diesem Fabrikate stellten sich Mißstände ein, die zur Folge hatten, daß dasselbe keine Verbreitung fand. Erst in den 60 er Jahren wurde die Sache neu aufgegriffen und ein neues Fabrikat in vollkommener Form herausgegeben. Dasselbe besteht in Zündhölzern, deren Zündmasse keinen Phosphor enthält, sondern aus Schwefelantimon und chlorsaurem Kali mit einem Bindemittel bereitet ist. Außerdem werden noch giftfreie Zündhölzer hauptsächlich von Forster und Wawra in Wien und von Hochstätter in Langen bei Darmstadt hergestellt, bei denen der amorphe Phosphor unmittelbar mit der Zündmasse in dem Zündholzköpfchen vereinigt ist, sodaß diese Hölzchen sich gleich den gewöhnlichen Phosphorhölzern an jeder Reibfläche entzünden.

Die deutschen Fabriken verarbeiten nach Jettel im Ganzen jährlich 4 000 000 bis 5 000 000 Kubikfuß Espenholz darunter ca. 1 700 000 Kubikfuß aus Rußland.

Nach dem Mitgliederverzeichnisse der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie und dem Adressbuch von O. Wenzel zählt die Zündwarenindustrie Deutschlands insgesamt 115 Betriebe mit 8124 Arbeitern.

Was die Ein- und Ausfuhr für das Jahr 1900 betrifft, so wurden im Jahre 1900 aus Deutschland 20 241 dz. Zündhölzer im Werte von 850 000 Mark, davon die Hälfte nach Belgien und den Niederlanden exportiert, während die Einfuhr 2800 dz. im Werte von 140 000 Mark betrug, davon die Hälfte aus Schweden. Daneben beziffert sich die Ausfuhr der übrigen Zündwaren ohne die Feueranzünder auf 10 281 dz. im Werte von 1 182 000 Mark. Nimmt man mit Jettel an, daß durchschnittlich pro Person und Tag 5 Streichhölzer verbraucht werden, so betrug im Jahre 1900 der Konsum in Deutschland 101 829 625 000 Stück und die Produktion Deutschlands unter Berücksichtigung der Aus- und Einfuhr und eines Gewichtes von 14 Gramm pro 50 Stück inkl. Verpackung 108 058 553 550 Streichhölzer. Die Ausfuhr betrug 6 % der ganzen Produktion.

Die letzte Gruppe der chemischen Industrie in der Deutschen Gewerbestatistik ist

Die Industrie der künstlichen Düngestoffe.

Witt sagt in seinem trefflichen Werke „Die Chemische Industrie zu Beginn des 20. Jahrhunderts“, S. 85 folgendes: „Die Fabrikation künstlicher Düngemittel ist ein Gewerbezweig, welcher sich unmittelbar

auf den bahnbrechenden Forschungen Liebigs über die Ernährung der Pflanzen aufbaut und an dessen Grundlage die neueren Errungenschaften der Wissenschaft nichts Wesentliches geändert haben. Die wichtigsten Nährstoffe der Pflanzen sind, wie schon Liebig festgestellt hat, chemisch gebundener Stickstoff, Phosphate und Kalisalze. Von Liebig stammt auch schon der Vorschlag, das schwerlösliche Tricalciumphosphat, wie es in den Knochen und in den natürlich vorkommenden Phosphaten enthalten ist, durch Behandlung mit Schwefelsäure in leichter lösliche saure Phosphate überzuführen und so die Phosphorsäure den Pflanzen in einer leicht assimilierbaren Form darzubieten. Die auf dieser Grundlage entstandene Superphosphatindustrie verbraucht sehr große Mengen von Schwefelsäure und da die übrigen Rohmaterialien der Düngstoffindustrie ebenfalls zum großen Teil der anorganischen Großindustrie entstammen, so kann man sagen, daß die Fabrikation der Düngemittel im allerengsten Anschluß an die Industrie der Salze, Säuren und Alkalien betrieben wird.“ Der Guano auf den an den Küsten von Peru, Patagonien und Südwestafrika liegenden Inseln, welcher aus mehr oder weniger zersetzten Exkrementen von Seevögeln bis zu einer Höhe von 60 m besteht, wird seit 1841 als Düngemittel verwendet. Noch im Jahre 1853 wurde die Menge des dort lagernden Guanos auf etwa 12 Millionen Tonnen geschätzt, jetzt sind diese Lager bereits ziemlich abgeräumt. Deutschland allein führte davon im Jahre 1898 36 698 t im Werte von 4 404 000 Mark ein.

Wie oben schon bemerkt, zerfallen die Düngemittel in drei Gruppen, je nachdem sie in der Hauptsache Kali, Stickstoff oder Phosphorsäure enthalten und deswegen angewendet werden.

Über das Kali und den Stickstoff haben wir in der chemischen Großindustrie schon berichtet und kommen nun zum Ammoniumsulfat, welches sich in der Natur in größerer Menge neben Borsäure in Mittelitalien vorfindet. Der Verbrauch dieses Produktes für Düngezwecke hat erheblich zugenommen. Außer als Düngemittel findet es noch ausgedehnte Anwendung in der Alaunfabrikation.

Die Chemiker fanden, daß die Steinkohle Stickstoff in Form von Ammoniak abgibt, wenn man sie der trockenen Destillation unterwirft, was zum Zwecke der Leuchtgasbereitung geschehen muß; es wurde also die Welt um so reicher an Ammoniak, je mehr Gas man darstellte.

Nach Wichelhaus wurden im Jahre 1872 in Europa 42 000 t (in Deutschland allein 5 000 t) Ammonsulfat aus dieser Quelle gewonnen.

Die Phosphorsäure wird dem Boden als phosphorsaurer Kalk im Knochenmehl, Thomasphosphatmehl und im Superphosphat zugeführt, gehört also zu den künstlichen Düngern im engeren Sinne.

Das älteste dieser Düngemittel ist das Knochenmehl, welches durch Zermahlen von Knochen hergestellt wird, nachdem sie durch Benzinextraktion entfettet worden sind. Die Erfindung des Superphosphats ist auf Liebig zurückzuführen. In seinem Werke: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ (1840), in dem er die Verwendung von Knochen zur Phosphorsäuredüngung bespricht, gibt Liebig zugleich an, man solle die Knochen mit Schwefelsäure zersetzen, um die Aufnahme der Phosphorsäure durch den Ackerboden zu erleichtern.

Lawes dehnte diesen Gedanken auf mineralische Phosphate aus und verwertete ihn zugleich in seiner 1843 begründeten Fabrik in Deptford; nach Wichelhaus betrug die Superphosphaterzeugung in England 1862 bereits 150 000 bis 200 000 t jährlich. Die in Deutschland geförderten Phosphorite reichen bei weitem nicht für den Bedarf; so wurden vielmehr 1900 320 138 t natürlicher phosphorsaurer Kalk im Werte von 13 606 000 Mark importiert.

Im Jahre 1886 hatte Hoyermann die Einführung des Mehles aus den Schlacken des Thomas-Gilchrist'schen Stahlprozesses in die Kunstdüngerindustrie empfohlen; schon im gleichen Jahre wurden 25 000 t dieses Schlackenmehles erzeugt, 1887 aber schon 50 000 t im Werte von 15 Millionen Mark. Die Produktion der Thomasschlacke betrug im Jahre 1900 916 500 t mit 30—37 % phosphorsaurem Kalk.

In Knochenmehl reichte 1900 die einheimische Produktion noch nicht zur Befriedigung des Bedarfs hin, während die Ausfuhr von Thomasphosphatmehl und Superphosphat die Einfuhr überstieg.

Knochenmehl wurde hauptsächlich importiert aus Rußland, Superphosphat aus Belgien, Thomasphosphatmehl aus Frankreich und Belgien, während sich die Ausfuhr von Knochenmehl in der Hauptsache nach Schweden, der Schweiz, Österreich-Ungarn, von Superphosphat nach Österreich-Ungarn und der Schweiz und von Thomasphosphatmehl nach den Niederlanden, Italien, Belgien, Frankreich, Österreich-Ungarn und der Schweiz richtete. (Vergl. Hampke: „Fabrikation künstlicher Düngemittel“.)

Die Industrie der künstlichen Riechstoffe.

Dieses weitverzweigte und neuerdings besonders reich bearbeitete Gebiet ist wohl wert, hier etwas näher besprochen zu werden. Seitdem es Wöhler im Jahre 1828 zum ersten Male gelungen war, durch die Darstellung des Harnstoffs aus cyansaurem Ammoniak den Nachweis dafür zu bringen, daß es möglich ist, durch synthetische Prozesse im Laboratorium Stoffe zu produzieren, die vollständig identisch sind mit den durch den tierischen oder pflanzlichen Stoffwechsel erzeugten, hat die Chemie auf diesem Gebiete die besten Erfolge errungen. Es wurde eine ganze Reihe von organischen Stoffen auf künstlichem Wege dargestellt, die freilich zum Teil nur von wissenschaftlichem Interesse waren, von denen andere aber auch fabrikmäßig dargestellt werden konnten, so eine große Anzahl solcher, die für die Riechstoffindustrie von großer Wichtigkeit sind. Andererseits wurde auch darnach getrachtet, natürliche Riechstoffe in reinem Zustande auf lukrativem Wege zu gewinnen. Die chemische Fabrik Heine & Co., Leipzig, New York und Grasse gibt uns einen kleinen Einblick in die Fabrikationsmethoden solcher Produkte.

Im Anfang der neunziger Jahre glaubte man, berauscht von dem Erfolg des Vanillins und Jonons, daß es der Chemie überhaupt gelingen müsse, alle Blumenriechstoffe auf rein chemischem Wege darzustellen und es wurden daher Jasmin und Neroliöl in den Handel gebracht. Allerdings fehlte diesen Produkten das Natürliche und infolgedessen war der wirtschaftliche Erfolg ein sehr geringer. Der Firma Heine & Co. ist es indessen gelungen, die Schwierigkeiten, ein Produkt herzustellen, welches allen Anforderungen entspricht, zu überwinden. Sie ging daran, die in Schladebach bei Klötschau in großen Plantagen gezüchteten Rosen zu studieren; in Grasse an der Riviera errichtete sie im Zentrum der französischen Fabrikblumenkultur ein Laboratorium, um das Leben und die Riechstoffbildung der Pflanzen zu studieren. Die Firma stellt Blumenöle dar, die aus natürlichen Blumenextrakten und aus künstlich dargestellten Riechstoffen, welche in den Blumen nachgewiesen sind, bestehen.

Die neuen Blütenöle übertreffen die alten Pomadenauswaschungen (Extraits) in mehr als einer Beziehung. Es ist bekannt, daß jedes tierische Fett, selbst das reinste, noch riecht, und daß diese riechenden Anteile (Ölsäuren) beim Waschen mit Sprit in den letzteren übergehen, woher es denn auch kommt, daß alle Extraits den gleichen Fettgeruch besitzen

neben dem eigentlichen Blumengeruch. Da dieser der Blüte nicht zukommt, sondern nur der mangelhaften Fabrikationsmethode zuzuschreiben ist, so können diese Extraits nicht als geruchrein angesehen werden. Dazu kommt, daß die französischen Parfumeure, um eben diesen Fettgeruch zu verdecken, ihrem Pomadefett Benzoë, Orangenblüten und andere Stoffe, welche dem Blumengeruch nicht eigentümlich sind, zusetzen. So kommt es, daß man bis vor gar nicht langer Zeit den reinen Blumengeruch im Fabrikat gar nicht kannte, denn auch die französischen Blumenextrakte (Concrètes, Parfumes absolut) besaßen Nebengerüche von der Fabrikation, welche fremdartig waren. Interessant ist es auch, festzustellen, daß der Duft der lebenden Jasminblüte im Fabrikat dem Publikum gar nicht bekannt ist, weil bei dem Enfleurageprozeß das Fett diejenigen Riechstoffe aufnimmt, welche die sterbende Jasmin blüte entwickelt, wie die umfangreichen Untersuchungen der Firma Heine & Co. eklatant nachgewiesen haben.

Von Riechstoffen mögen folgende kurz angeführt sein:

Das Anethol (Propenylphenolmethyläther), der hauptsächlichste Bestandteil des Anisöls.

Anisaldehyd (Aubépine), Benzaldehyd, Benzoësäureester, Benzylacetat, Benzylalkohol, Borneol, Bornylacetat (künstl. Fichtennadelöl), Bornyval, Carvon (Carvol), Cineol (Eucalyptol), Citral (Geraniol), Citronellol, Cumarin, Cyklocitral, Eucalyptol, Eugenol, Farnesol, Geranylacetat, Heliotropin, Iron, Jasmin, Jonon, Linalool, Linalylacetat, Menthol, Moschus, Nerol, Nerolin, Niobeöl, Nitrobenzol, Piperonal, Pseudojonon, Reuniol, Rhodinol, Rosenöl, Safrol, Salicylsäuremethylester, Terpineol, Thymol, Vanillin, Veilchenriechstoffe, künstliches Wintergrünöl, Ylang-Ylangöl, Zimtaldehyd, Zimtalkohol, Zimtöl, Zimtsäure, Zitronenöl usw.

„Die Synthese der künstlichen Riechstoffe setzt vielfach da ein, wo die Natur zu schaffen aufhört, sie wandelt billige und in reicher Menge uns zu Gebote stehende Bestandteile vieler ätherischer Öle in solche um, mit welchen die Natur haushälterisch umgeht und deren Wert infolgedessen ein sehr hoher ist“ sagt N. O. Witt in seinem schon zitierten Werke. Vor allem sind es die Arbeiten über die Synthese des Jonon von Ferdinand Tiemann, die auf diesem Gebiete bahnbrechend waren, daran schließt sich die Herstellung des Terpineols durch Wallach. Sehr interessant sind die von Hesse angestellten Untersuchungen des Neroli- und Jasminöles, die über die Bildungsweise dieser Wohlgerüche neue Aufschlüsse geben und als einen ihrer hauptsächlichsten Bestandteile den Anthranilsäuremethylester erwiesen. Ein deutliches Bild von der Ent-

wickelung der Riechstoffchemie gab die Vorführung der Riechstoffindustrie in der Sammelausstellung zu Paris, die nach N. O. Witt einen genau in der Mitte der Ausstellung erbauten Pavillon einnahm, in welchem die verschiedenen Erzeugnisse dieser Industrie in überaus eleganter Weise aufgestellt waren. Die verschiedenen ätherischen Öle waren im rohen sowohl, wie im terpentinfreien Zustande vorgeführt, auch die synthetischen Erzeugnisse der Riechstoffindustrie waren in tadellosen Präparaten vollständig vertreten.

Schlußwort!

Wir haben aus dem ersten Teile dieses Buches entnommen, welch' mühsamen Weg die Chemie im Laufe der Jahrhunderte geschritten ist, bis sie sich ihre hervorragende Stellung als exakte Wissenschaft errungen hat. Der zweite Teil gibt uns einen Einblick in das von der Chemie geschaffene Wirtschaftsleben und ein jeder, welcher speziell den letzten Hauptteil gelesen hat, dürfte zu der Überzeugung gelangt sein, daß die deutsche chemische Industrie einen hohen Stand erreicht hat. In der Tat, es gibt nur sehr wenige Gewerbe, in denen nicht Deutschland an der Spitze steht oder wenigstens mit anderen Ländern erfolgreich um die führende Rolle ringt. Die chemische Industrie ist sozusagen ein Zweig der chemischen Wissenschaft, und gerade dieses Merkmal bringt es mit sich, daß von einem Stillstande oder auch nur von einem Bewegen in dem überkommenen Geleise nicht die Rede sein kann. Dauernd sind tausende von Gelehrten an der Arbeit, die chemische Wissenschaft zu bereichern. Jede neu erkannte Tatsache ergibt einen neuen Ausblick auf die Eigenschaften und das Wirken der chemischen Kräfte. Hierdurch gewinnen auch die in der Technik benutzten Vorgänge ein anderes Aussehen. Ein Vorgang, der heute unverständlich ist, kann morgen der wissenschaftlichen Erkenntnis klargelegt werden; die Folge davon ist, daß man neue Wege der Ausführung und Abänderung erblickt, während in früheren Jahren, ohne die so schnell erhaltene Belehrung, keine Möglichkeit zur Verbesserung zu bestehen schien. Naturgemäß wird so die Leistungsfähigkeit der chemischen Industrie wesentlich gesteigert und dementsprechend ist das eine Ziel der deutschen chemischen Industrie, die bereits ausgeübten chemischen Prozesse immer mehr zu vervollkommnen und die Verfahren zur Herstellung bekannter Produkte immer mehr auszugestalten.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Ausland von dem Stande der hohen Entwickelung unserer chemischen Industrie nicht sehr erbaut ist; auch kürzlich hielt, wie die „Chemiker-Ztg." 1906, Nr. 103, S. 1289 ff. berichtet, der Vorsitzende Dr. J. T. Conroy im Liverpooler Zweigverein der „Society of Chemical Industry" einen Vortrag, in welchem er zwischen dem Chemikalienhandel Deutschlands und Englands Vergleiche zog und dabei betonte, wie sehr die offiziellen Veröffentlichungen, Listen, Ein- und Ausfuhrtabellen usw. in Deutschland, Frankreich und den meisten anderen Ländern noch heute den britischen an Vollständigkeit, Übersichtlichkeit der Klassifikation, Verständlichkeit und Zuverlässigkeit überlegen seien; er selbst habe jahrelang Notizen sammeln und die einschlägigen Verhältnisse studieren müssen, um klaren Einblick in die Sachlage zu gewinnen. Allerdings gäbe es in England auch einzelne Firmen der chemischen Industrie, die sich in ihren Erfolgen mit den hervorragendsten Deutschlands messen können; allein der Fortschritt im ganzen, die Entwickelung der Gesamtindustrie bleibe doch weit hinter dem Standpunkt zurück, auf den Deutschlands chemische Industrie sich emporgeschwungen habe. Der Vortragende kommt, nachdem er die Mißverhältnisse an der Hand von Zahlen und Belegen klar gelegt hat, zu dem Schluß, daß England mit Deutschland nicht Schritt halte im Handel mit einfachen und feineren Chemikalien, in der Fabrikation synthetischer Alkaloide und therapeutischer Verbindungen, sowie künstlicher Parfümerien.

Besonders bemerkenswert aus der Rede ist die Stelle, wo Dr. Conroy sagt: „Deutschland hat sich redlich bemüht, um seine Erfolge zu erreichen, hat viele Jahre lang unablässig auf ein bestimmtes Ziel hingearbeitet und seine Erfolge verdient. Andere Industrie- und Handelsvölker sollten dem deutschen Beispiel nacheifern. Für den Aufschwung der chemischen Industrie im Deutschen Reiche haben vielerlei Ursachen zusammengewirkt. Die bessere technische Bildung der Massen, die besondere Art der Hochschulbildung, des Unterrichts und der Forschung an den deutschen Hochschulen, der Umstand, daß man in den chemischen Industrien und Fabriken mehr Zeit und Geld auf wissenschaftliche Untersuchung und Forschung verwendet, die niedrigeren Löhne, die billigeren Kanal- und Eisenbahnfrachten, die deutsche Patentgesetzgebung und — was von wesentlicher Bedeutung sei — die näheren Beziehungen zwischen Regierungs- und Fabrikantenkreisen; das alles seien günstige Umstände, die dauernd dem Aufblühen der chemischen Industrie im Deutschen Reiche zugute kämen.

In einer Tabelle hat der Vortragende die Zunahme im Chemikalien-Import und -Export, die in Deutschland und England während des Jahrzehnts von 1895 bis 1905 eingetreten ist, zusammengestellt:

	Deutschland	England
Einfuhr		
an Rohstoffen		
1895	168 877 000 Mk.	161 820 069 Mk.
1905	290 559 000 „	176 041 440 „
Zunahme	121 682 000 Mk.	14 221 380 Mk.
an Fabrikaten		
1895	110 937 000 Mk.	143 160 880 Mk.
1905	140 291 000 „	182 129 920 „
Zunahme	29 354 000 Mk.	38 969 040 Mk.
Ausfuhr		
an Rohstoffen		
1895	37 264 000 Mk.	30 303 240 Mk.
1905	66 511 000 „	40 131 700 „
Zunahme	29 247 000 Mk.	9 828 460 Mk.
an Fabrikaten		
1895	301 883 000 Mk.	271 869 420 Mk.
1905	475 830 000 „	309 108 040 „
Zunahme	173 947 000 Mk.	37 238 620 Mk.

Geh. Rat Ostwald, welcher sich an der Debatte beteiligte, äußerte sich über die Schätzung der Wissenschaft in Deutschland folgendermaßen: In Deutschland habe die Erfahrung den Geschäftsmann gelehrt, welchen praktischen Wert die Wissenschaft für die Industrie habe; daher verwenden blühende chemische Fabriken in Deutschland fortwährend viel Geld auf wissenschaftliche Laboratorien. Als er vor einigen Jahren, angetrieben durch die Besorgnis eines Collegen vor der Möglichkeit einer Unterbindung der Chilisalpetereinfuhr nach Deutschland im Kriegsfall, mit seinem Assistenten Dr. Brauer zusammen ein Verfahren zur Gewinnung starker Salpetersäure aus Ammoniak angegeben hatte, und nun die Erfindung im großen Maßstabe für die industrielle Praxis weiter ausgearbeitet und Verbesserungen des Verfahrens gefunden werden mußten, wurde dazu eine kleine Fabrik errichtet und in dieser etwa ein Jahr lang probiert und experimentiert, bis man das Ziel erreicht hatte mit einem Ausbringen von 85—92 Proz. des nach der Theorie zu erwartenden Betrages. Zur Zeit ist in Westfalen eine Anlage im Bau zur monatlichen Verarbeitung von 90 t Ammoniak zu Salpetersäure. Redner hob hervor, daß ihm die Beschaffung der erforderlichen Geldmittel für seine Versuche im großen keinen Augenblick Schwierigkeiten gemacht habe, in

Deutschland riskierten die führenden Männer ohne Zögern große Summen für geldverschlingende Experimente, wenn der Erfolg auch unsicher sei; lediglich im Vertrauen auf die Theorie und die wissenschaftliche Beweisführung durch die Laboratoriumsexperimente, wenn aus deren Ergebnissen auf günstigen Erfolg zu hoffen wäre. So groß sei in Deutschland das Vertrauen auf die Zuverlässigkeit der Ergebnisse der Wissenschaft. In England würde ähnliches — wenn auch nicht ohne anfängliche Schwierigkeiten — mit der Zeit wohl auch zu erreichen sein.

Chemische Literatur.

Die außerordentlich mächtige Entwickelung der chemischen Wissenschaft brachte eine sehr umfangreiche Literatur mit sich, in der die unendliche Zahl von Beobachtungen, Untersuchungen, Entdeckungen und Folgerungen niedergelegt ist, welche die Forschertätigkeit gemacht und verwertet hat.

Für den Weiterausbau der Wissenschaft ist es von größtem Werte, den Stand der Forschung jederzeit übersehen zu können, um an schon Gefundenes anzuknüpfen, wenig Erforschtes weiter aufzuklären, zerstreute Beobachtungen zu vereinen, Wiederholungen zu vermeiden usw.

Es legt nicht nur jeder Forscher die Methoden und Resultate seiner Forschung schriftlich fest, unterbreitet das Wesentliche seinen Fachgenossen, sondern er tut das auch in einer Form, die allgemein eingehalten wird und für das Verständnis seiner Arbeit und deren Einordnung in die Reihen des schon vorhandenen und fortlaufend erscheinenden sehr erleichtert. Andererseits sind zahlreiche Gelehrte damit beschäftigt, das verarbeitete Material zu sammeln, in die Spezialgebiete einzuordnen und peinlich zu registrieren. Diese Registrierung der chemisch-wissenschaftlichen Literatur ist so trefflich organisiert, daß es jederzeit möglich ist, rasch und leicht die Basis festzustellen, auf der weiter gebaut werden kann.

Diesem Zwecke dienen zahlreiche Nachschlagewerke, Jahrbücher, Zeitschriften, Handbücher und Lehrbücher, von denen die wichtigsten angeführt sein sollen. Die Hand- und Lehrbücher sind zum größten Teil schon bei den Biographien ihrer Verfasser erwähnt.

Auf den Wert guter Abhandlungen für das Studium der Chemie ist von allen Seiten, insbesondere von den Hochschul-Lehrern mit Nachdruck verwiesen worden. So sagt Wilhelm Ostwald in seiner Rede: „Johann Wilhelm Ritter“: „So oft ich mich mit den grundlegenden Arbeiten unserer großen Meister unmittelbar vertraut machte, hatte ich einen Gewinn an Einsicht und Verständnis zu verzeichnen, der weit über das hinausging,

was aus den sekundären Quellen, den Lehrbüchern u. dergl. zu entnehmen war“ (vergl. Ostwald, „Abhandlungen und Vorträge“, Leipzig 1904, S. 361 ff.); und Erdmann sagt u. a.: „Mit der Wissenschaft lernt, bei der Benutzung dieser Quellen, der Studierende zugleich von dem Meister der Wissenschaft die geeignete Form der Darstellung wissenschaftlicher Resultate, die Kunst, das Wesentliche vom Unwesentlichen zu scheiden, das Wesentliche gedrängt und doch so vollständig darzulegen, daß kein für die Beurteilung erforderliches Element fehlt.“

Wir werden zunächst die bedeutendsten Fachzeitschriften in alphabetischer Reihenfolge kurz behandeln.

Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie (Zeitschrift für die gesamte Biochemie), herausgegeben von Prof. Dr. Fr. Hofmeister, Straßburg. (Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.)

Franz Hofmeister wurde am 30. August 1850 zu Prag geboren, studierte Medizin und promovierte im Jahre 1874. 1884 erhielt er einen Ruf an die deutsche Universität in Prag als ordentlicher Professor der Pharmakologie und wirkt seit 1896 als ordentlicher Professor der physiologischen Chemie in Straßburg. Hofmeister ist rühmlichst bekannt durch seine Forschungen über Eiweißstoffe und durch seinen in der Naturforscher-Versammlung zu Karlsbad im Jahre 1902 gehaltenen Vortrag: „Über den Bau der Eiweißmoleküle“.

Von seinen literarischen selbständigen Werken nennen wir: „Leitfaden für den praktisch-chemischen Unterricht der Medizin“ [auch italienisch] (Braunschweig 1899), „Die chemische Organisation der Zelle“ (Ebenda 1901).

Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, redigiert von Prof. Dr. P. Jacobsohn. (Komm.-Verlag R. Friedländer & Sohn, Berlin.)

Paul H. Jacobsohn ist am 5. Oktober 1859 geboren, studierte und promovierte 1882 in Berlin. 1887 habilitierte er sich als Privatdozent in Göttingen und siedelte nach zwei Jahren nach Heidelberg über, wo er als Privatdozent und Assistent von Victor Meyer wirkte. 1891 zum Professor extr. ernannt, folgte er 1896 einem Rufe nach Berlin und übernahm dort neben seiner Professur das Generalsekretariat der Deutschen chemischen Gesellschaft.

Berichte der Deutschen pharmazeutischen Gesellschaft, redigiert von Dr. Fr. Goldmann, Berlin. (Verlag Gebr. Bornträger, Berlin.)

Chemiker-Zeitung, begründet von Prof. Dr. G. Krause. (Verlag der Chemiker-Zeitung, Cöthen.) Prof. Dr. Krause legte die Redaktion im Jahre 1905 nieder und übertrug dieselbe an Dr. v. Vietinghoff-Scheleńz.

Georg Krause ist am 21. Juni 1849 in Cöthen geboren, promovierte zum Dr. phil., erhielt den Titel Professor und war Gründer und Herausgeber der „Chemiker-Zeitung“. Er widmete sich zunächst der Pharmazie und trat nach

weiterem Spezialstudium der Chemie in Leopoldshall in die Praxis. 1875 wurde er Assistent bei Prof. Hampe in Clausthal und ein Jahr später gründete und übernahm er das oben angeführte Journal.

Die Chemische Industrie wird vom Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands herausgegeben. Die Schriftleitung liegt in den bewährten Händen des Geh. Reg.-Rats Prof. Dr. O. N. Witt, Berlin. (Komm.-Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.)

Otto Nicolaus Witt ist am 31. März 1853 zu St. Petersburg geboren; wirkte zunächst als Dozent an der Chemieschule zu Mülhausen i. E. und folgte 1894 einem Rufe als ordentlicher Professor der chemischen Technologie an der technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Witt ist bekannt durch seine trefflichen Arbeiten über die Azoverbindungen und durch seine Forschungen über die rationelle Zusammensetzung des Methylenblaus und der Safranine.

Von seinen selbständigen Werken sind zu nennen: „Die chemische Industrie des Deutschen Reichs am Beginne des XX. Jahrhunderts" (Berlin 1902), „Die chemische Industrie auf der internationalen Weltausstellung zu Paris 1900" (Berlin 1902), „Narthektion, nachdenkliche Betrachtungen eines Naturforschers" (Berlin 1901).

Chemische Zeitschrift, begründet von Prof. Dr. Felix B. Ahrens, Breslau. Dieselbe wird seit dem 1. Januar 1907 von Dr. A. Buntrock, Berlin herausgegeben und redigiert. (Verlag f. Chemische Industrie in Berlin.)

Felix Benjamin Ahrens ist am 22. Oktober 1863 in Danzig geboren; er studierte in Berlin, Breslau, Kiel und promovierte 1886 in Breslau; 1887 wurde er 1. Assistent am chemischen Institut in Breslau, 1889 habilitierte er sich als Privatdozent und wurde 1896 Prof. extr. und Direktor des landwirtschaftlichen technologischen Institutes.

Ahrens ist besonders auf dem Gebiete der Elektrochemie tätig; von seinen selbständigen Werken nennen wir: „Handbuch der Elektrochemie" (Stuttgart 1896), „Die Metallcarbide und ihre Verwendung" (Stuttgart 1896), „Anleitung zur chemisch-technischen Analyse" (Stuttgart 1901), „Grundzüge der organischen Chemie" (Stuttgart 1901).

Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie, redigiert von Prof. A. Kossel, Heidelberg. (Verlag Karl Trübner, Straßburg i. E.)

Albrecht Kossel wurde am 16. September 1853 in Rostock geboren, studierte in seiner Vaterstadt Medizin und promovierte dort im Jahre 1878. 3 Jahre später habilitierte er sich in Straßburg als Privatdozent und wurde 1883 Vorsteher der chemischen Abteilung des physiologischen Instituts Berlin. 1887 zum Professor ernannt, siedelte er 1895 nach Marburg über, wo er 6 Jahre als ordentlicher Professor der Physiologie wirkte. Seit dem Jahre 1901 ist Kossel in Heidelberg als Professor tätig.

Hervorragend sind seine Arbeiten über die Spaltungsprodukte von Eiweiß, ferner über die Protamine.

Von seinen selbständigen Werken nennen wir: „Das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchungen“ (mit Behrens-Schiefferdecker), (Braunschweig 1899).

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften, herausgegeben von Reg.-Rat Dr. K. Kerp. (Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.)

Karl Kerp ist am 11. Februar 1866 in Großwerther bei Nordhausen geboren; er studierte in Berlin und Bonn Chemie und promovierte im Jahre 1890. Ein Jahr später wurde Kerp Assistent am chemischen Institut in Bonn und siedelte 1893 nach Göttingen über. 1895 habilitierte er sich als Privatdozent der Chemie und wirkt seit 1899 als Mitglied des kaiserl. Gesundheitsamtes in Berlin.

Journal für praktische Chemie, begründet von O. L. Erdmann, redigiert von Geh. Rat Prof. Dr. E. v. Meyer. (Verlag Joh. Ambr. Barth, Leipzig.)

Ernst von Meyer wurde am 25. August 1847 in Kassel geboren, studierte in Leipzig und Heidelberg und promovierte 1872. Im Jahre 1878 zum Professor extr. an der Universität Leipzig ernannt, folgte er einem Rufe als ordentlicher Professor der organischen Chemie am Polytechnikum in Dresden, wo er heute noch wirkt.

Ernst von Meyer hat sich durch seine Arbeiten über die Amidopyrimidine (Amidomiazine) rühmlichst bekannt gemacht.

Von seinen selbständigen literarischen Arbeiten erwähnen wir besonders seine „Geschichte der Chemie“ (3. Aufl., Leipzig 1905), die ins Englische und Russische übersetzt wurde. Außerdem ist Meyer ein hervorragender Mitarbeiter verschiedener Fachzeitschriften.

Chemisches Zentralblatt, herausgegeben von der Deutschen chemischen Gesellschaft, redigiert von Dr. A. Hesse. (Komm.-Verl. R. Friedländer & Sohn, Berlin.)

Albert Hesse wurde am 19. Juni 1866 in Iserlohn geboren; er studierte in Münster, Berlin, Göttingen und promovierte dortselbst im Jahre 1891. In demselben Jahre wurde Hesse Assistent am chemischen Laboratorium der Universität Göttingen und ist seit 1893 als technischer Chemiker in Leipzig ansässig. Außer seiner redaktionellen Tätigkeit ist er auch noch als Mitarbeiter von verschiedenen Fachzeitschriften überaus produktiv.

Elektrochemische Zeitschrift, redigiert von Dr. A. Neuburger. (Verlag M. Krayn, Berlin.)

Physikalisch-chemisches Zentralblatt, herausgegeben von Privatdozent Dr. M. Rudolphi, Darmstadt. (Verlag Gebr. Borntträger, Berlin.)

Max Rudolphi ist am 29. Dezember 1871 zu Stendal geboren. Er studierte in Berlin, Straßburg, Greifswald Physik und Chemie und promovierte in Berlin

im Jahre 1895. Im gleichen Jahre wurde er Assistent am chemischen Laboratorium der kgl. Forstakademie Eberswalde und später in gleicher Eigenschaft an das physikalische Institut der technischen Hochschule in Darmstadt versetzt. Seit dem Jahre 1900 ist Rudolphi Privatdozent für Physik und physikalische Chemie in Darmstadt. Er schrieb: „Allgemeine und physikalische Chemie“ (2. Auflage, Leipzig 1903), „Molekularrefraktion fester Körper in Lösungen“ (Ravensburg 1900), „Bedeutung der physikalischen Chemie für den Schulunterricht“ (Göttingen 1900), „Einführung in das physikalische Praktikum“ (Göttingen 1900). Außerdem ist Rudolphi Mitarbeiter der „Chemiker-Zeitung“, der „Zeitschrift für physikalische Chemie“ und der „Physikalischen Zeitschrift“.

Justus Liebigs Annalen der Chemie, redigiert von Prof. Dr. J. Volhard, Halle a. S. (Verlag der C. F. Winterschen Verlagsbuchhandlung, Leipzig.)

Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften, herausgegeben von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. (Verlag Karl Gerolds Sohn, Wien.)

Sammlung chemischer und chemisch technischer Vorträge, redigiert von Prof. Dr. Felix B. Ahrens. (Verlag Ferd. Enke, Stuttgart.)

Zeitschrift für analytische Chemie, herausgegeben von Prof. Dr. N. Fresenius, W. Fresenius, E. Hintz. (C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.)

Zeitschrift für angewandte Chemie (Organ des Vereins deutscher Chemiker), herausgegeben von Prof. Dr. B. Rassow, Leipzig. (Komm.-Verlag Julius Springer, Berlin.)

Berthold Rassow ist am 2. Oktober 1866 in Bergen auf Rügen geboren, studierte in Leipzig, Berlin und München. Im Jahre 1890 promovierte er in Leipzig, war von 1889—1890 und von 1893—1903 Assistent am I. chemischen Laboratorium der Universität Leipzig. 1901 wurde er zum Professor extr. der chemischen Technologie ernannt.

Von seinen literarischen Arbeiten mögen folgende aufgeführt sein: „Zersetzung des dibrombernsteinsauren und isodibrombernsteinsauren K.“ (Leipzig 1890), „Reduktion von Oximidoverbindungen“ (Leipzig 1895).

Zeitschrift für anorganische Chemie, herausgegeben von Prof. R. Lorenz, Zürich, und Prof. G. Tammann, Göttingen. (Verlag Leop. Voß, Hamburg.)

Richard Lorenz ist am 12. April 1863 zu Wien geboren; er studierte 1882—1886 Chemie und Naturwissenschaften und promovierte 1888 in Jena. Zunächst war er als Assistent am physiologisch-chemischen Institut in Rostock, später in gleicher Eigenschaft in Göttingen tätig. Lorenz siedelte alsdann nach Zürich über und wurde 1896 zum Professor der Elektrochemie und physikalischen Chemie am Polytechnikum ernannt.

Von seinen selbständigen Werken nennen wir: „Dammers Handbuch der organischen Chemie", II. Bd., 1. Teil, 2. Hälfte, „Die Ausbildung des Elektrochemikers" (Halle 1901), „Elektrochemisches Praktikum" (Göttingen).

Gustav Tammann, geboren am 16. Mai 1861 zu Jamburg, studierte von 1879—1882 in Dorpat, wo er auch zum Dr. chem. promoviert wurde. An derselben Universität war er von 1882 an Assistent am chemischen Institut, 1887 Privatdozent, 1891 Dozent, 1892 Professor der Chemie. Im Jahre 1893 erhielt Tammann einen Ruf als ordentlicher Professor der anorganischen Chemie an die Universität Göttingen, welchem er auch Folge leistete. Tammann hat sich durch seine Versuche über die Beeinflussung der Schmelzpunkte durch den Druck bekannt gemacht.

Zu seinen selbständigen literarischen Arbeiten gehören: „Kristallisieren und Schmelzen, ein Beitrag zur Lehre der Änderungen des Aggregatzustandes" (Leipzig 1903).

Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre, herausgegeben von Geh.-Rat Prof. Dr. Ostwald und Prof. Dr. J. H. van 't Hoff. (Verlag W. Engelmann, Leipzig.)

Zeitschrift für chemische Apparatenkunde, herausgegeben von Diplom-Ingenieur Dozent Ph. Schuberg, Charlottenburg. (Verlag Rud. Mückenberger, Berlin.)

Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie, redigiert von Prof. Dr. R. Abegg und Privatdozent Dr. H. Danneel. (Verlag Wilh. Knapp, Halle.)

Richard Abegg wurde am 9. Januar 1869 in Danzig geboren, studierte in Berlin, Tübingen und Kiel, promovierte 1891 in Berlin. Von 1898 an war er Assistent am physikalisch-chemischen Laboratorium in Göttingen und seit 1899 Professor extr. und Abteilungsvorsteher an der Universität Breslau.

Abegg suchte mit seinen Arbeiten in das Wesen der Valenz tiefer einzudringen und mit Hilfe neuer Vorstellungen die Konstitution von ungesättigten Verbindungen, komplexen Salzen, Molekularverbindungen zu erklären; seine diesbezüglichen Versuche hat er in der „Zeitschrift für anorganische Chemie" 39, 330 niedergelegt. Ferner möge an seine Forschungen über die Hypothese der elektrolytischen Dissoziation erinnert sein.

Er schrieb: „Berechnung volumetrischer Analysen" (Breslau 1900), „Chemisches Praktikum" (Göttingen 1900); außerdem hat Abegg verschiedene Fachzeitschriften mit wertvollen Beiträgen bereichert.

Heinrich Danneel ist am 2. März 1867 in Teterow geboren; er studierte in Marburg, Berlin, Hannover und Göttingen, und promovierte im Jahre 1897. Drei Jahre später habilitierte er sich in Göttingen als Privatdozent und wurde gleichzeitig Privatassistent bei Prof. Nernst. Seit 1901 ist er als Assistent bei Prof. Borchers am elektrometallurgischen Laboratorium in Aachen tätig.

Von seinen Schriften möge seine Übersetzung von P. Thompsons „Michael Faradays Leben und Wirken" [mit Agathe Schütte] (Halle 1900) hier gegenannt sein.

Von *pharmazeutischen Journalen* mögen die bedeutendsten hier kurz angeführt sein: „Apotheker-Zeitung“ (Selbstverlag des Deutschen Apothekervereins, Berlin). „Süddeutsche Apotheker-Zeitung“ (Verlag Hofrat F. Kober). „Schweizerische Apotheker-Zeitung“ (Verlag E. Richter, Zürich). „Berichte der deutschen pharmazeutischen Gesellschaft“, redigiert von Dr. F. Goldmann, Berlin (Verlag Gebr. Bornträger, Berlin). „Pharmazeutische Zentralhalle“, herausgegeben von Dr. A. Schneider und Dr. P. Süß, Dresden (Komm.-Verlag von Julius Springer, Berlin). Eine sehr bedeutende pharmazeutische Fachzeitschrift ist das

Archiv für Pharmazie, redigiert von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Schmidt, Marburg, und Med.-Rat Prof. Dr. H. Beckurts, Braunschweig. (Selbstverlag des Deutschen Apothekervereins, Berlin.)

Ernst Schmidt ist am 13. Juli 1845 in Halle a. S. geboren, doziert seit 1884 als ordentlicher Professor der pharmazeutischen Chemie an der Universität Marburg.

Er schrieb: „Ausführliches Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie“ (Braunschweig 1897), „Anleitung zur qualitativen Analyse“ (5. Aufl., Halle 1902). Seine sonstigen publizistischen Arbeiten, die teils im „Archiv der Pharmazie“ teils in den „Berichten der chemischen Gesellschaft“ veröffentlicht worden sind, haben vorzugsweise das Gebiet der pharmazeutischen Chemie zum Gegenstand.

Heinrich Beckurts wurde am 23. August 1855 in Braunschweig geboren, wirkt seit 1887 als ordentlicher Professor der pharmazeutischen und angewandten Chemie an der technischen Hochschule in Braunschweig. Im Jahre 1898 erhielt Beckurts den Titel Medizinalrat und wurde zugleich Mitglied des herzoglichen Obersanitäts-Kollegiums.

Beckurts ist Verfasser folgender Werke: „Jahresberichte der Pharmazie“ 20 Bände (Göttingen 1881—1900), „Jahresberichte über die Fortschritte in der Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln“ (1891—1900), „Handbuch der praktischen Pharmazie“ (mit B. Hirsch), 2 Bände, (Göttingen 1887 bis 1889), „Analytische Chemie für Apotheker“ (Stuttgart 1896). Außer diesen umfangreichen Publikationen hat er sowohl das „Archiv der Pharmazie“, wie auch die „Berichte der chemischen Gesellschaft“ mit wertvollen Beiträgen bereichert.

Von weiteren pharmazeutischen Zeitschriften sind noch anzuführen: „Pharmazeutische Post“, herausgegeben und verlegt von Dr. H. Heger, Wien. „Pharmazeutische Praxis“, herausgegeben von Ph. Mr. Josef Longinovits, Wien. (Komm.-Verl. Franz Deuticke, Wien.) „Vierteljahrsschrift für praktische Pharmazie“, herausgegeben vom Deutschen Apothekerverein, redigiert von Dr. H. Salzmann, Berlin (Selbstverlag). „Pharmazeutische Zeitung“, redigiert von Dr. H. Böttger. (Verlag Julius Springer, Berlin.)

Da wir im Verlaufe der Geschichte die früher erschienenen chemischen Zeitschriften schon kennen gelernt haben, können wir von einer nochmaligen Anführung an dieser Stelle Abstand nehmen.

Im Anschluß an die wichtigsten Fachzeitschriften Deutschlands mögen die bedeutendsten Fach-Journale in aller Kürze angeführt sein:

Frankreich.

Die „Annales de Chemie", welche 1789 gegründet und von Lavoisier, Fourcroy, Bertholet redigiert wurden, erschienen seit dem Jahre 1816 unter dem Titel: „Annales de Chemie et de Physique"; dieselben wurden zuerst von Gay Lussac und Arago geleitet und enthalten wohl ausschießlich die wichtigsten Arbeiten aller französischen Forscher. Seit dem Jahre 1835 gibt die Académie française die „Comptes rendus" wöchentlich heraus; dieselben enthalten nur kurze Berichte über chemische Untersuchungen.

England.

In den ersten Jahrzehnten des XIX. Jahrhunderts waren es die „Philosophical Transactions", „Nicholsons Philosophical Journal", „Thomsons Philosophical Journal", „Phillips Annales of philosophy", welche zur Aufnahme von chemisch-wissenschaftlichen Arbeiten bestimmt waren. Seit den vierziger Jahren ist das „Journal of the chemical society" von hervorragendster Bedeutung.

Aber auch in anderen Kulturländern, wo die Chemie stetig Fortschritte macht, blieb man mit der Gründung von Fachorganen nicht zurück; es würde jedoch den Rahmen dieses Abschnittes überschreiten, wollten wir auf diese Journale hier näher eingehen.

Wie nennen nunmehr die wichtigsten

Jahrbücher und Jahresberichte.

Der Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gebiete der Agrikulturchemie, herausgegeben von Prof. Dr. A. Hilger † und Geh. Rat Dr. Th. Dietrich. (Verlag Paul Parey, Berlin.)

Jahrbuch der Chemie. Bericht über die wichtigsten Fortschritte der reinen und angewandten Chemie, herausgegeben von Richard Meyer. (Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.)

Richard Meyer ist am 20. Juli 1846 zu Berlin geboren; er studierte in Berlin, Heidelberg und Göttingen, wo er im Jahre 1868 auch promovierte. 1876 zum Lehrer der Physik und Chemie an der Kantonschule in Chur ernannt, habilitierte er sich 1886 als Privatdozent an der Universität in München. Von dem Jahre

1887 an wirkte er als Professor an der Staatsgewerbeschule in Reichenberg in Böhmen und folgte 2 Jahre später einem Rufe als Professor an die technische Hochschule in Braunschweig. Von seinen selbständigen Arbeiten sind zu erwähnen: „Die Teerfarbstoffe" (Braunschweig 1880—1897), „Das Färben und Bedrucken der Gewebe" (Hamburg 1891), „Die chemische Synthese" (ebenda 1896), „Faraday, Naturgeschichte einer Kerze" (Berlin 1884).

Jahresbericht über die Fortschritte in der Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, bearbeitet von Prof. Dr. H. Beckurts.

Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik, unter Mitarbeit hervorragender Fachmänner herausgegeben von Hofrat Dr. Josef Maria Eder. (Verlag Wilh. Knapp, Halle a. S.)

Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Elektrochemie und Gewerbestatistik, begründet von Rudolf v. Wagner, seit 26 Jahren von Prof. Dr. Ferd. Fischer in Göttingen herausgegeben. (Verlag Otto Wigand m. b. H., Leipzig.)

Rudolf v. Wagner ist am 13. Februar 1822 geboren und starb am 4. Oktober 1880. Er promovierte 1848 in Leipzig, wurde 1857 extr. Professor und ein Jahr später ordentlicher Professor der Agrikulturchemie und Technologie an der Universität Würzburg. Wagner entwickelte eine besondere Tätigkeit für lokale und internationale Industrieausstellungen, deren Jury er mehrfach angehörte.

Von seinen selbständigen Arbeiten mögen hier folgende registriert sein: „Chemische Fabrikindustrie" (2. Aufl., Leipzig 1869), „Technologische Studien auf der Pariser Ausstellung" (Ebenda 1868), „Handbuch der chemischen Technologie" (11. Aufl., Leipzig 1880), „Grundriß der chemischen Technologie" (2. Aufl., Leipzig 1874).

Ferdinand Fischer ist am 13. Mai 1842 zu Rodermühle a. Harz geboren, studierte in Göttingen und Berlin, promovierte im Jahre 1869 in Jena. Seit dem Jahre 1897 wirkt Fischer als Professor an der Universität in Göttingen.

Er schrieb: „Leitfaden der Chemie, Mineralogie" (Hannover 1873), „Chemische Technologie des Wassers" (2. Aufl., Braunschweig 1901), „Chemische Technologie der Brennstoffe" (Braunschweig 1880—1900), „Handbuch der chemischen Technologie" (Leipzig 1900), „Lehrbuch der chemischen Technologie" (Leipzig 1902), „Das Studium der technischen Chemie an den Universitäten und technischen Hochschulen" (Braunschweig 1897).

Jahrbuch der Elektrochemie, begründet und bis 1901 herausgegeben von Prof. Dr. W. Nernst und Prof. Dr. W. Borchers. Berichte über die Fortschritte auf diesem Gebiete unter Mitwirkung von anderen Fachgenossen herausgegeben von Privatdozent Dr. Heinrich Danneel. (Verlag Wilh. Knapp, Halle.)

Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. Unter Mitarbeit von S. A. Arrhenius, P. und Frau Curie, J. Elster, H. Geitel, F. Giesel, K. Hofmann, W. Marckwald, E. Rutherford,

F. Soddy, W. Wien, und unter besonderer Mitwirkung von H. Becquerel und Sir William Ramsay, herausgegeben von Joh. Stark, Göttingen. (Verlag S. Hirzel, Leipzig.)

Johannes Stark ist am 15. April 1874 in Schiekenhof (Bayern) geboren; er studierte und promovierte in München (1897). Im gleichen Jahre wurde er Assistent bei Prof. v. Lommel und seit 1900 Privatdozent und Assistent der Physik an der Universität in Göttingen.

Von seinen selbständigen Arbeiten nennen wir: „Die Elektrizität in Gasen" (Leipzig 1902), „Die Dissoziirung und Umwandlung chemischer Atome" (Braunschweig 1603).

Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikulturchemie. Unter Mitwirkung von Dr. G. Bleuel, Edenbergen, Dr. G. Dunzinger, München, Dr. E. Hasselhoff, Marburg, Dr. R. Hebebrand, Marburg, Dr. F. Honcamp, Möckern, Prof. Dr. A. Köhler, Möckern, H. Kraut, Marburg, Dr. Mach, Marburg, Prof. Dr. J. Mayrhofer, Mainz, Prof. Dr. Röttger, Würzburg, A. Stift, Wien, Prof. Dr. Will, München; herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Th. Dietrich, Hannover. (Verlag Paul Parey, Berlin.)

Jahresbericht über die Fortschritte der Teerfarbenfabrikation und verwandten Industriezweige, herausgegeben von P. Friedländer, Wien. (Verlag Julius Springer, Berlin.)

Paul Friedländer wurde am 29. August 1857 zu Königsberg i. Pr. geboren; er studierte in seiner Vaterstadt, München und Straßburg. Im Jahre 1878 promovierte er und wirkt seit 1895 als Vorstand der chemischen Sektion am technologischen Gewerbemuseum in Wien.

Erinnert sei noch an die von ihm bearbeitete Synthese des Chinolins und seiner Homologen aus Orthoamidobenzaldehyd und Aldehyden. Er schrieb: „Die Anilinfarben und ihre Fabrikation" von Dr. K. Heumann, fortgesetzt von Prof. Dr. Friedländer. II. Naphthalinderivate. III. Azofarbstoffe. Je 40—60 Bogen. (Braunschweig 1897, 1900, 1901.)

Hiermit schließen wir die Betrachtung der Jahrbücher und Jahresberichte ab; möchten jedoch noch bemerken, daß für den, welcher die Entwickelung der Chemie in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts verfolgen will, die von Berzelius verfaßten Berichte ausgezeichnete Dienste leisten.

Es erübrigt noch

Die Handbücher usw.,

wenigstens die wichtigsten, kurz anzuführen:

Ad. von Baeyers gesammelte Werke, herausgegeben zur Feier des 70. Geburtstages des Autors von seinen Schülern und Freunden. 2 Bände. (Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.)

Handbuch der anorganischen Chemie von O. Dammer. (Verlag Ferd. Enke, Stuttgart.)

Dr. phil. O. Dammer ist Fachredakteur bei Meyers Konversationslexikon und hat außer dem schon angeführten Handbuche noch eine Anzahl anderer bemerkenswerter Werke verfaßt, wie beispielsweise: „Lexikon der Verfälschungen" (1886), „Chemisches Handwörterbuch" (1892), „Handbuch der chemischen Technologie" (1895—98).

Handbuch der organischen Chemie von F. Beilstein. (Verlag Leopold Voß, Hamburg.)

Friedrich Konrad Beilstein ist am 17. Februar 1838 zu St. Petersburg geboren; er promovierte 1858 zu Göttingen und ist Ehrenmitglied der Universität Kiew (1884), Ehrenmitglied der „Deutschen chemischen Gesellschaft" (1894). Beilstein wirkte als Professor am technologischen Institut in St. Petersburg und an der Ingenieurakademie und emer. 1896. Seit dem Jahre 1886 ist er ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften. Er starb am 18. Oktober 1906.

Er schrieb außerdem: „Anleitung zur qual. chem. Analyse", 6.—8. Aufl., bearbeitet von E. Schultze-Winterstein (Leipzig 1898).

Beilstein, ein Schüler Wöhlers, arbeitete über die verschiedene Art der Wasserstoffatome den Halogenen gegenüber, ferner mögen seiner ausgezeichneten Forschungen über die chemischen Eigenschaften des Erdöles noch gedacht sein.

Handbuch, enzyklopädisches, der Technischen Chemie, begonnen von F. Stohmann und Bruno Kerl unter Mitwirkung von O. Beckmann, R. Biedermann, E. v. Cochenhausen, E. Drechsel, H. Drehschmidt, C. Engler, A. Frank, C. Friedheim, O. Guttmann, C. Haeussermann, Fr. Kolbeck, G. Krämer, G. Lunge, H. Meidinger, E. v. Meyer, F. Pampe, F. Soxhlet, A. Stohmann, H. W. Vogel, Cl. Winkler u. a., herausgegeben von H. Bunte. (Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.)

Lexikon der Kohlenstoffverbindungen von M. M. Richter (Hamburg 1900).

Max Moritz Richter ist am 16. Mai 1861 zu Kottbus geboren; er studierte in Berlin, Würzburg und Freiburg i. B., promovierte im Jahre 1883; er ist Direktor der Färberei und chemischen Waschanstalt vorm. E. Printz A.-G. in Karlsruhe.

Außer dem bedeutenden Lexikon schrieb er noch: „Tabellen der Kohlenstoffverbindungen nach deren empirischer Zusammensetzung" (Berlin 1884), „Die Lehre von der Wellenberuhigung" (Berlin 1894).

Von alten Handbüchern der Chemie ist besonders das seinerzeit hochgeschätzte Handbuch von Gmelin, welches sozusagen den Übergang von den eigentlichen Lehrbüchern zu den Enzyklopädien bildete, zu nennen. Außerdem führen wir noch das von Liebig in Gemeinschaft mit Wöhler und Poggendorff herausgegebene „Handwörterbuch der

reinen und angewandten Chemie", ferner das von Wurtz verfaßte „Dictionnaire de chimie pure et appliquée", sowie das in englischer Sprache herausgegebene und von Watt verfaßte gleichartige Werk an. Auch die von Frémy verfaßte „Encyclopédie de chimie" und nicht zuletzt das von Ladenburg herausgegebene „Handwörterbuch der Chemie" hat große Verbreitung erlangt.

Wenn auch die

Lehrbücher

im wissenschaftlichen Teile dieses Buches bei den Biographien der Chemiker usw. berücksichtigt worden sind, so müssen wir, um diesen kurzen Abschnitt nicht unvollständig zu lassen, ein klein wenig dabei verweilen.

Zweifellos war Lavoisiers „Traité de chimie" lange Zeit ein Muster, nach welchem ähnliche Werke, wie solche von Girtanner, Gren und Thomson, bearbeitet wurden. Vor allen anderen aber war es das große Lehrbuch der Chemie von Berzelius, welches — in mehrere Sprachen übersetzt — eine große Berühmtheit erlangte, und nach diesem auch die später erschienenen Lehrbücher, wie beispielsweise Thénards „Traité de chimie élémentaire", Mitscherlichs „Lehrbuch der Chemie", Liebigs „Organische Chemie", Wöhlers „Grundriß der Chemie", Fittigs „Grundriß der Chemie", Regnaults „Cours élémentaire de chimie", Streckers „Kurzes Lehrbuch der Chemie", Grahams „Elements of chemistry", ferner das hervorragende Werk Ottos „Lehrbuch der Chemie", dessen organisch-chemischen Teil H. Kolbe, den theoretischen H. Kopp und den physikalisch-chemischen Teil Buff und Zamminer verfaßten.

Von neueren Lehrbüchern mögen folgende erwähnt sein:

Handbuch der chemischen Technologie von Dr. Ferd. Fischer, Prof. an der Universität Göttingen. 15. völlig umgearb. Aufl. (1.—11. Aufl. von Rud. v. Wagner.) (Verlag Otto Wigand m. b. H., Leipzig.) I. Bd.: Unorganischer Teil. Mit 607 Abbild. II. Bd.: Organischer Teil. Mit 223 Abbild.

Lehrbuch der chemischen Technologie, von Prof. Dr. Ferd. Fischer. (Verlag Otto Wigand m. b. H., Leipzig.

Lehrbuch der chemischen Technologie, von Prof. Dr. Th. Ost. (Verlag M. Jänecke, Hannover. 5. Aufl.)

Friedrich Hermann Theodor Ost wurde am 17. Februar 1852 zu Ellierode geboren und studierte von 1870—1872 in Göttingen, 1872—1875 in Leipzig, wo

er auch zum Dr. phil. promovierte. Im Jahre 1879 habilitierte er sich in Leipzig als Privatdozent, wurde 1884 zum Dozenten für organische und analytische Chemie ernannt. 1887 erhielt Ost einen Ruf als Professor für technische Chemie an der technischen Hochschule zu Hannover, wo er seit dieser Zeit tätig ist.

Ferner die trefflichen Werke von Ostwald, Horstmann, Nernst, L. Meyer, Hoppe-Seylers „Lehrbuch der physiologischen Chemie", Schorlemmer-Roscoës „Lehrbuch der organischen Chemie", Bunges „Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie" und A. Mayers „Lehrbuch der Gärungschemie". Es sind außerdem noch eine Anzahl ausgezeichneter Lehrbücher vorhanden, auf dieselben näher einzugehen, verbietet uns der Raum, und verweisen wir wiederholt auf die Biographien der bisher erwähnten Chemiker.

Zum Schlusse müssen wir aber noch eines Mannes gedenken, welcher vor kurzem, am 18. Februar 1907, aus diesem Leben abgerufen wurde, es ist der Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Rob. Otto.

Dieser Gelehrte paßt umsomehr an diese Stelle, als er gerade auf dem Gebiete der chemischen Literatur Hervorragendes geleistet hat.

Robert Otto, Sohn des bekannten Chemikers Fr. Julius Otto, welcher sich um die Erforschung der Giftwirkungen besonders verdient gemacht hat, ist 1907 in Braunschweig im Alter von 70 Jahren gestorben. Er studierte in Braunschweig und Göttingen, wo er Schüler von Wöhler und Limpricht war. Nach seiner Promotion im Jahre 1862 habilitierte er sich als Privatdozent. Nach dem Tode seines Vaters erhielt er 1870 einen Ruf als dessen Nachfolger nach Braunschweig und wirkte dort bis zum Jahre 1899, wo er in den Ruhestand trat, als Professor für pharmazeutische und allgemeine Chemie.

Er bearbeitete die Neuauflage von seines Vaters „Anleitung zur Ausmittelung der Gifte" und war seit 1863 Mitarbeiter und Vollender der IV. Auflage von Graham-Ottos ausführlichem „Lehrbuche der Chemie" (Verlag Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig).

Literatur-Nachweis.

a) Lehrbücher.

Agricola, G., De re metallica.
— Vom Bergwerck, XII Bücher darinn mit schönen Figuren etc. (1557).
Andree, R., Die Metalle bei den Naturvölkern (Leipzig 1884).
Bauer, Geschichte der Chemie (1905).
Baumé, Erläuternde Experimental-Chemie (1776).
Beck, Geschichte des Eisens (Braunschweig 1891), Bd. I, II.
Berthelot, M., La Chimie au moyen-âge, I.—III. Bd.
— La revolution chimique (1890).
Blomstrand, C. W., Die Chemie der Jetztzeit (1869).
Bolleys Handbuch der chemischen Technologie (1894).
Boos, H. v. d., Bibliographie des chimistes Hollandais dans la période de Lavoisier (1899 und 1901).
Classen, A., Handbuch der chemischen Analyse durch Elektrolyse.
Claus, A., Theoretische Betrachtungen und deren Anwendung zur Systematik der organischen Chemie (1867).
Cohn, Paul, Die Verwendung von Chemikalien als Heilmittel (1906).
Croll, Oswald, Basilica Chymica (1629).
Debus, H., Über einige Fundamentalsätze der Chemie (1894).
Dennstedt, Entwicklung der organischen Elementar-Analyse (1899).
Dumas, Leçons sur la philosophie chimique (1837).
Ehrenfeld, R., Grundriß der chem. Atomistik (1906).
Elbs, K., Die synthetischen Darstellungsmethoden der Kohlenstoffverbindungen (1889).
Erdmann, O. L., Über das Studium der Chemie (1861).
Fischer, F., Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie.
— Handbuch der chemischen Technologie (1893).
Fränkel, S., Arzneimittelsynthese (1906).
Fuchs, C. W. C., Die künstlich dargestellten Mineralien (1872).
Gay-Lussac, Instruction sur l'essai des matières par la voie humide (1833).
Gildemeister, G., u. Hoffmann, Die ätherischen Oele (1899).
Glaser, Chr., Traité de chymie (1663).
Glauber, J. R, Beschreibung einer neuerfundenen Destillirkunst.
Gompertz, Th., Griechische Denker (Leipzig 1894).

Graham-Otto, Lehrbuch der Chemie (1885).
Grimaux, Lavoisier (1888).
Grimaux, Ed., u. Gerhardt, Ch. jun., Charles Gerhardt. Sa vie, son oeuvre, sa correspondance (1900).
Guareschi, J., Amadeo Avogadro etc. (1901).
— Lavoisier, sua vita e sue opere (1903).
Güldenfalk, Transmutationsgeschichten (1784).
Guttmann, Explosivstoffe (1895).
Hampke, K., Die Sprengstoffindustrie (1904).
— Fabrikation künstlicher Düngemittel (1904).
Hanschmann, Al. Br., B. Palissy, der Künstler, Naturforscher und Schriftsteller als Vater der inductiven Wissenschaftsmethode des Baco von Verulam (1903).
Hantzsch, A., Grundriß der Stereochemie (1893).
— Die Hauptindustrien Deutschlands (1904).
Heller, O., Die Seifenindustrie (1904).
Henry, Life of Dalton (1854).
Hoff van't, Dix années dans l'histoire d'une théorie (1887).
Hoffmann, K. B., Das Blei bei den Völkern des Altertums (Berlin 1885).
Jacobi, G. H., Der Mineralog Georgius Agricola und sein Verhältnis zur Wissenschaft (Leipzig 1889).
Kahlbaum, G. W., Monographien aus der Geschichte der Chemie. Bd. I—VIII.
Kapff, S., Die Farbenindustrie (1904).
Kerl, Metallurgische Probierkunst (1866).
Kohut, A., Justus v. Liebig, sein Leben und Wirken (1904).
Kolbe, H., Zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie (1881).
Kopp, Herm., Beiträge zur Geschichte der Chemie, I—III.
— Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit (Heidelberg 1886).
— Geschichte der Chemie (Braunschweig), Bd. I—IV.
Kostanecki, Les synthèses dans les groupes de la flavone et de la chromone (1903).
Kraus, Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffs (1889).
Krüger, A., Die chemische Großindustrie (1904).
Kühling, O., Handbuch der stickstoffhaltigen Orthokondensationsprodukte (1893).
Kunckel, J., Laboratorium Chymicum (1738).
Ladenburg, A., Handwörterbuch der Chemie.
Lefêbre, Traité de chymie (1660).
Lemery, N., Cours de Chimie (1675).
Lexis, W., Das Unterrichtswesen im Deutschen Reich (1904).
Liebig, J. v., Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie (1840).
— Die Tierchemie oder organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie (1842).
— Der chemische Prozeß der Ernährung der Vegetabilien und die Naturgesetze des Feldbaues (1862).
— Chemische Briefe (1878).

Lippmann, E. v., Ein angewandter Chemiker des 18. Jahrhunderts (1896).
Loos, J. J., Joh. Bapt. van Helmont (1807).
Lorchner, Das alleredelst vnd bewertest Regiment der Gesundheit (1530).
Lorscheid, J., Aristoteles' Einfluß auf die Entwicklung der Chemie (1872).
Löwigs, C., Jeremias Benjamin Richter, der Entdecker der chemischen Proportionen (1874).
Lullus, Raim., Handgrieff, d. i. Gruendliche anweisung, was die Intention vnd meynung R. Lullii seye etc. (1605).
Lunge, G., Handbuch der Sodaindustrie und ihrer Nebenzweige (1893).
Macquers, P. J., Chymisches Wörterbuch (1781).
Macquer, P. J., Elements de chymie théorique (1749).
— Elements de chymie pratique (1751).
— Dictionnaire de chymie (1778).
Mangeti, Chemica Curiosa (MDCCII).
Martii, J. N., Unterricht in der Magia Naturalis (1717).
Mayer, Mich., Viatorium h. c. de montibus planetarum etc. (1651).
Meyer, E. v., Geschichte der Chemie (1905).
Meyer, G., Industrie der chemischen, pharmazeutischen u. dergl. Präparate (1904).
Meyer, V., Die Tiophengruppe (1888).
Meyer, L., u. Seubert, K., Die Atomgewichte der Elemente (1883).
Meyer, O. E., Die kinetische Theorie der Gase (1877).
Moissan, H., Le four electrique (1897).
— Le fluor et ses composés (1900).
Monographie von Kahlbaum u. Hoffmann, Die Einführung der Lavoisierschen Theorie im besonderen in Deutschland (1897).
Mook, Fr., Theophrastus Paracelsus (Würzburg 1876).
Muck, F., Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie (1891).
Nernst, W., Theoretische Chemie (1903).
Netzhammer, Raym. P., Theophrastus Paracelsus (1901).
Neubert, C., Denkwürdigkeiten aus dem Leben Sir Humphry Davys.
Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 3, 4, 8, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 35, 37, 45, 68, 72, 92, 94, 98, 110, 145.
Ostwald, W., Lehrbuch der allgemeinen Chemie (1885/87).
Oettel, Entwicklung der elektrochemischen Industrie (1896).
Padua, Joh. de, Praxis de lapide minerali. Epistola Joh. Trithemii etc. (1681).
Peters, H., Aus pharmazeutischer Vorzeit.
Ramsay, W., Moderne Chemie (1906).
Romocki, v., Geschichte der Explosivstoffe (1896).
Roscoë, H. E., u. A. Harden, A new view of the origin of Daltons atomic theory.
Rössing, A., Geschichte der Metalle (Berlin 1901).
Saussure, Recherches chimiques sur la végétation (1804).
Schaefer, H. W., Die Alchemie. Ihr ägyptisch-griechischer Ursprung (Flensburg 1887).
Schaubert, Joh., Chim. zu Northausen etc. (1600).
Schmiedeberg, Grundzüge der Pharmakologie (1902).

Schmieder, Geschichte der Alchimie (Halle 1832).
Schubert, E., u. K. Sudhoff, Paracelsus' Forschungen (Frankfurt 1887, 1889).
Schwartzfuss, v., Brunnen der Weisheit (1757).
Stahl, G. E., Chymia Rationalis (1720).
— Zymotechnia fundamentalis etc. (1697).
Stange, A., Einführung in die Geschichte der Chemie (1902).
Statistik des Deutschen Reiches, Vierteljahrshefte 1900 ff.
Strunz, Franz, Naturbetrachtung und Naturerkenntnis im Altertum (1904).
— Über die Vorgeschichte und die Anfänge der Chemie (1906).
Smith, Memoir of John Dalton and history of the atomic theory.
Suchten, Alex v., De secretis antimonii, d. i. von der großen heymlichkeit des Antimonij (1598).
Thoms, H., Die Arzneimittel der organischen Chemie (1897).
Thomson, Th., History of Chemistry (1830/31).
Thurneysser, L., Vel Magna Alchymia (MDLXXXIII).
Traube, J., Grundriß der physikalischen Chemie (1904).
Trevisanus: Chymico miraculo (1583).
Valentinus, Basilius, Letztes Testament (MDCLI).
Weissbach, H., Das Gold im alten Ägypten (Dresden 1901).
Weltwirtschaft, Die, Bd. I u. II (1906).
Wenzel, O., Adreßbuch und Warenverzeichnis der chemischen Industrie des deutschen Reiches, 1900 ff.
Werner, A., Lehrbuch der Stereochemie (1904).
Wilson, Life of the Honourable H. C. Cavendish (1848).
Wislicenus, J., Die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekülen (1887).
Wurtz, A., Histoire des doctrines chimiques (1868).

---

b) Zeitschriften.

Annalen der Physik von Gilbert und Gren.
Annalen der Physik und Chemie von Poggendorff.
Annales de Chimie et de Physique.
Annals of Philosophy von Th. Thomson.
Apotheker-Zeitung, Berlin.
Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft.
Bulletin de la société chimique de Paris.
Chemiker-Zeitung von Krause.
Chemische Annalen von L. v. Crell.
Chemische Zeitschrift von Ahrens.
Chemisches Zentralblatt von Hesse.
Comptes rendus des séances de l'académie des sciences.
Deutsche Wirtschaftszeitung von Apt.
Gazetta Chimica Italiana.
Giornale di Farmacia, Triest.

Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie von Berzelius.
Journal de Physique.
Journal für praktische Chemie.
Journal für Chemie und Physik von Schweigger.
Journal of the chemical society.
Liebigs Annalen der Chemie und Pharmacie.
Moniteur scientifique von Quesneville.
Natur und Kultur, München.
Philosophical Transactions of the royal society.
Proceedings of the royal society of London.
Warenkunde, Die, von Stange.
Zeitschrift für angewandte Chemie von Rassow.
Zeitschrift für anorganische Chemie von G. Krüss.
Zeitschrift für Chemie.
Zeitschrift für Elektrochemie von Abegg.
Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre.

Namen-Register.

* bedeutet mit Porträt.

Abegg, Richard („Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie") 476
Abel (Sprengöl) 457
Adet (Chem. Zeichensprache) 298
Aeacus 10
Aeschylus 525—456 v. Chr. 18
Agathodaimon 38
Agatharchides 5. 7
* Agricola, Georg 1494—1555 (Metallurgie „de re metallica libri XII") **86.** 149. 151. 154. 155. 430
Ahrens, Felix B. („Chemische Zeitschrift") 473
* Albertus Magnus 1193—1280 (Begründer der abendländischen Alchemie) **44.** 45. 46. 47. 48. 49. 50. 212. 430. 457
Algarotus, Victor (Algarotpulver) 150. 429
Amagat (Volumgesetz) 381
Ammermüller (spezif. Gewicht von Elementen) 383
Ampère 1775—1836 (Hypothese über die Konstitution der Gase) 291
Anaximenes von Milet 550 v. Chr. (Luft, das Prinzip aller Dinge) 32
Arfvedson 1792—1841 (Lithium 1818) 362. 426
* Aristoteles 384—322 v. Chr. (vier Elemente und der Äther, die „quinta essentia") 2. 3. 4. 17. 18. 21. 30. 34. 38. 48. 159
Arrhenius, Svante August, geb. 1859 (Theorie der elektrolytischen Dissoziation 1887) 384. 385. **388.** 389. 479
Asklepios 1300 v. Chr. 30
Auwers (Bestimmung des Molekulargewichts) 352. 384
Averrhoës 44
Avicenna 980—1037 (mineralogische u. medizinische Abhandlungen) 44. 48
Avogadro di Quaregna, Amadeo 1776 bis 1856 (Avogadro'sche Hypothese über das Atomvolumen: Gleiche Gasvolumina enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur die gleiche Anzahl Moleküle 1811) **290.** 292

* Baco, Roger 1214—1294 (Reformator der wissenschaftl. Studien) 44. 50. 457
Bacon von Verulam, Franz 1561—1626 (Induktive Methode d. Naturforschung) 157. 160
* Baeyer von, Adolf, geb. 1835 (arbeitete auf dem Gebiete synthetischer Methoden; Synthese des Indigofarbstoffes 1878) 348. 352. **353.** 354. 357. 401. 406. 442. 446. 480
Balard A. J. 1802—1876 (Brom 1826) 323. 359
Balmer 383
Bamberger, Eugen, geb. 1857 (Dimethylanilin, Isodiazokörper, Isochinolin) 354. **357**
Bancroft (adjektive und substantive Färbungen 1794) 217
* Bartholin, Thomas 1616—1680 (Einführung chemischer Präparate in die Medizin) **144**

*Basilius Valentinus (15. Jahrh.) 44. **100.** 153. 176. 210. 407. 429. 430
Baumann (Eiweißstoffe) 401
Baumé (Äther-) 213. 220. 221
Bayen 242
Beaumont (Untersuchung d. Magensaftes) 402
Beauvais, Vinzenz von 56
*Becher, Joh. Joach. 1635—1682 (Entd. d. Sedativsalzes, Borsäure) 171. **176.** 209. 210
Beckmann, Ernst Otto, geb. 1853 (Verfahren der Molekulargewichtsbestimmung) 352. **384**
Beckurts, Heinrich, geb. 1855 („Archiv f. Pharmazie") **477.** 479
Becquerel, Antoine Henri, geb. 1852 (Entd. der Radioaktivität in der Pechblende) 383. **396.** 397. 480
Beddoes 265.
Behring (Gärungs- und Fäulnisprozeß) 403
Beilstein, Friedrich Konrad, 1838—1906 (bedeutender Lehrer u. Verfasser des Handbuches der organischen Chemie) 320. 391. **481**
Belzoni 17
*Bergmann, Torbern 1735—1784 (legte den Grund zu der mineralogischen Chemie; Zersetzung der Oxalsäure in Kohlensäure und Kohlenoxyd 1775) **202.** 204. 206. 207. 212. 213. 214. 215. 232. 246. 247. 298. 369. 370. 371
Bernard, Cl. (brachte den Nachweis, daß die Aussonderungen von Säften aus Drüsen auf rein chemischem Wege vor sich gehen) 402
Bernouilli (kinetische Gastheorie) 382
Berthelot, Marcellin 1827—1907 (Historiker; Thermochemie; Glycerin ein dreiatomiger Alkohol 1853) 12. 43. 57. 227. 329. **391.** 392. 456
*Berthollet, Claude L. 1748—1822 (Chlorbleiche 1789; chemische Affinität) 232. 233. **236.** 237. 239. 251. 253. 266. 267. 277. 297. 421
*Berzelius, Jacob 1779—1848 (Analyse, Atomtheorie u. das Gesetz der multiplen Proportionen; Ceriumoxyde 1803, Selen 1818, Thorerde 1828, Silicium 1823, Zirkonium 1824, Tantal 1824, Fluorverbindungen 1824, Platin 1828, Tellur und seine Verbindungen 1831—33 usw.) 215. 247. 265. 270. **271.** 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 295. 296. 297. 298. 302. 305. 319. 324. 361. 369. 370. 371. 372. 379. 390. 399. 401. 404. 421.
Bezzel 65.
Bibra, von (Zoochemie) 312. 401. 405
Bidder (Ernährung und Gesamtstoffwechsel) 402. 403
Bischoff (Harnstoff, Ernährung und Gesamtstoffwechsel) 402. 403
Bischoff, C. A. (Stereochemie) 352
*Black, Joseph 1728—1799 (bedeutende Experimental-Untersuchungen, Begründer der Wärmelehre, stellte 1755 den Unterschied zwischen kaustischen und kohlensauren Alkalien fest) 195. **196.** 197. 199. 207. 219. 230. 232. 246
Blaise de Vigenère 1522—1596 153
Blance 431
Bleuel, G. 480
Blomstrand, Christian Wilhelm 1826 bis 1897 (Mineralchemie, Platin- und Goldcyanide) 340. **344.** 373
Böckmann, Friedrich (chemisch-technische Untersuchungsmethoden) 379
Bodenstein (Dissoziation) 382
*Boerhave, Hermann 1668—1738 (Begriff des Salzes) 57. 183. **185.** 209. 211. 212
Bokorny (Formaldehyd) 401
Borchers, Wilhelm, geb. 1856 (bedeutend auf elektrochemischem Gebiete) 385. **389.** 479
Borde (Lavoisier) 226
Borlinetto (Pikrinsäure als Sprengmittel) 460
Botkim (Kalium) 426
Böttger (Sicherheitszündhölzer) 462
Böttger, H. („Pharmazeutische Zeitung") 477

Böttcher, Joh. Fr. 1685—1719 (Erfinder des Porzellans 1703) 141
Böttiger (Farbstoffe) 446
Bouillon de la Grange (Kamphersäure 1797) 242
Boullay (specifische Gewichte von Elementen) 383
Boussingault, J. B., geb. 1802 (Agriculturchemie) 323. **400**
*Boyle, Robert 1627—1691 (Chemische Verbindungen; Begriff: Element; Corpusculartheorie; Begründer der analytischen Chemie; Boyle's Gesetz: „Das Volumen eines Gases verhält sich umgekehrt wie der Druck, unter dem es sich befindet" 1662) 159. **161.** 165. 166. 167. 206. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 216. 217. 218. 219. 232. 268. 369. 378. 395
Brand (Phosphor 1669) 407
Brandes (Delphinin 1819) 437
Brisson (Alkoholometrie 1768) 219
Brodie 405
Brongniart, Adolf 319
Brücke, Ernst Wilh. 1819—1892 (Physiologie) 384. 401. 402
Brucker 132
Brugnatelli (explosive Metallverbindungen) 317
Brühl (physikalische Chemie) 360. 383
Brunck, v., (Teerfarbenstammbaum) 446. 452
Buchholz 243
Buff, H. L. 1805—1879 (Äthylen; zweiatomige Alkohole (Glycol) 1856; physikalische und theoretische Chemie) 312. 339. 381. 405
Buffon 213
Bullay (Äthertheorie) 303
Bunge (Chemie des Speichels) 402
Buniva (Allantoinsäure 1801) 242
*Bunsen, Robert Wilhelm 1811—1899 (physikalisch-mineralog. u. organische Chemie, Entdecker der Spektralanalyse 1859; Rubidium und Caesium 1861) **305.** 333. 347. 353. 360. 370. 373. 374. 382. 396
Bunte, Hans, geb. 1848 (Theorie leuchtender Flammen) 377. 378
Butlerow, Alexander v., geb. 1826 (Kohlenwasserstoffe, Alkohole; entdeckte 1864 das Trimethylkarbinol) 343. 401

Cahn (Antifebrin) 434
Cahours, Auguste André Thomas 1813 bis 1891 (Amylalkohol, ätherische Öle, Schwefeläthyl, Phosphorbasen) 293. **304.** 329. 382. 383
Cailletet (Verdichtung des Sauerstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs, Stickoxyds 1877) 382
Caligula 8
Cannizzaro, Stanislaus, geb. 1820 (lehrte die Methode zur Ermittlung der relativen Atomgewichte) **343**
Carlisle (zerlegte das Wasser) 295
Caro (Azofarbstoffe) 348. 446
Cassius (Goldpurpur) 407
*Cavendish, Heinrich 1731—1810 (Begründer der pneumatischen Chemie; Entdecker des Wasserstoffs, Synthese des Wassers 1784) 195. 197. **198.** 199. 206. 207. 215. 230. 232. 246. 247. 377. 425
Caventou (Arzneipräparate) 437
Champion (Sprengöl) 457
Chance (Ammoniaksodaprozeß) 420
Chardenon 234
Chatelier (Lehre vom chemischen Gleichgewicht auf thermodynamischer Grundlage) 399
Chenevix 254
Chevallier (chem. Arzneipräparate) 437
*Chevreul, M. E., geb. 1786 (physiologische Chemie; Untersuchungen über die Fettkörper 1826) 399. 401. 402. 454
Chittenden (Zoochemie) 402
Ciamician (chemisch aktive Lichtstrahlen) 396
Claisen, Ludwig, geb. 1851 (Untersuchung über die verschiedenen Kondensationsvorgänge) 349. 354. **357.** 358

Clarke, F. W. (Atomgewichts-Bestimmung) 361. 363
Classen (Titriermethode) 375
Claus, Ad. (Chinolinderivate, fettaromatische Ketone; Ruthenium 1845) 340. 345. **346.** 406
Clausius (kinetische Gastheorie 1857) 382
Clément (Darstellung der Schwefelsäure) 417
* Conring, Hermann 1606—1681 (Iatrochemiker) 144
Convoy 468
* Cordus, Valerius (Äther) 153
Corriol (chemische Arzneipräparate) 437
Couper (Strukturtheorie) 341. 342. 343
Cousin 232
Crevigo, Graf Bernhard von 58
* Croll, Oswald, gest. 1609 (schwefelsaures Kali und das Bernsteinsalz) **122.** 153
Cronstedt, A. F. 1702—1756 (Nickel 1750; Einführung des Lötrohres) 218. 369. 407
Crookes (Strahlende Materie; Thallium 1861) 369. 389. 396
Curie, Pierre 1859—1906 (Entdecker des Radiums) **397.** 479

Daguerre (Photographie 1829) 395
Dale (physikalische Chemie) 383
* Dalton, John 1766—1844 (Gesetz der multiplen Proportionen, Atomtheorie, Atomgewichtsbestimmung) 247. 248. **254.** 255. 256. 257. 258. 259. 260. 271. 291. 298. 370. 377. 378
Dammer, O. („Handbuch d. organischen Chemie") 481
Dana (chemische Arzneimittel) 437
Danneel („Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie") **476.** 479
* Davy, Humphry 1778—1829 (Elektrochemismus; isolierte die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden 1808) 247. **261.** 262. 263. 264. 265. 266. 269. 270. 271. 276. 293. 296. 390
Deacon (Chlorkalkerzeugung) 420. 422
Debierne (Strahlungsenergie) 397
Debray (Dissoziation) 382
Deherain, P. (Respiration d. Pflanzen) 393
Delafontaine (Erbium und Terbium 1865) 362
Delas 4
Delondre (chemische Arzneimittel) 437
Demokrit von Abdera 460—370 v. Chr. (Schöpfer der Atomlehre) 30. 32
Descroizille (Titrimetrie) 374
Desfosses (chemische Arzneimittel) 437
Desormes (Schwefelsäurefabrikation) 417
Dessaignes (Bildung von Hippursäure) 402
Deville St. Claire (Dissoziation; krystallisiertes Bor 1856) 382. 383
Dewar (Pyridin) 346. 382
Dicandolle 321
Diesbach (Berliner Blau) 217. 447
Dietrich, Th. („Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikulturchemie") **480**
Diodorus 7. 11. 13
Dioskorides 50 n. Chr. (kannte 600 Arzneipflanzen; „de materia medica") 2. 4. 15. 20. 21. 23. 24
Dizé (Sodaindustrie) 419
Dobbie (Aktinometrie) 396
Döbereiner, J. W. 1780—1849 (entdeckte den Aldehyd 1821; Atomgewichte) 363. 366
Döbner (entdeckte mit E. Fischer die grünen Farbstoffe aus Bittermandelöl und Benzotrichlorid 1877) 355
Dombasle, M. de 400
Dragendorff, Joh. Georg 1836—1898 (Bestimmungsmethode des Stickstoffs) 379
Drebbel 151
Drechsel, Edmund 1843—1897 (Zoochemie) 401
Drude, P. (Kathodenstrahlen) 396
Dschábir 43
Duhamel de Monceau, Heinrich Ludwig 1700—1741 (Physik, Meteorologie, 191. 193. 211. 216. 218. 219
Duhem (chemisches Gleichgewicht auf thermodynamischer Grundlage) 399

*Dulong, P. L., 1785—1838 (Wärmelehre; Entdeckung der Chlorstickstickstoffe 1811) 266. **280.** 281. 310. 380
Dumas, J. B., 1800—1884 (Dampfdichte und Stickstoffbestimmungsmethode; Trichloressigsäure, Substitutionstheorie 1839) 230. 275. 289. 290. 303. **321.** 322. 323. 324. 829. 338. 353. 361. 363. 371. 372. 381. 383
Dunzinger, G. 480
Dupasquier (Anwendung des Jodes) 375
Duvar (Aktinometrie) 396

Eder, Josef Maria, geb. 1855 (Photographie) **395.** 479
Ehrenberg 163
Ehrenfeld 102. 163
Ekeberg (Yttererde) 246. 247
Elbs (Elektrolyse) 385
Elhujar d', Don Fausto 1755—1832 (Wolfram 1783) 203
*Eller, Joh. Theod. 187. **188.** 190
Elsholz 424
Elster, J. (Radioaktivität) 398. 479
Empedokles aus Agrigent 492—432 v. Chr. (vier Grundstoffe: Feuer, Wasser, Luft, Erde) 32. 33. 34
Engel (Verwert. der Stassfurter Salze) 423
Engelmann (Phytochemie) 401
Engeström (Lötrohr) 215
Epiros 10
Erastus 46
Erdmann, O. L. (Bestimmung der Atomgewichte) 361. 371. 379. 406
Erichthonius 10
Erlenmeyer (Hochschullehrer) 406.
Eykmann (Bestimmung des Molekulargewichts) 384

Faggot (Imprägnierung des Holzes mittelst Eisenvitriol) 221
*Faraday, Michael 1791—1867 (Entdecker elektrischer Induktionsströme 1831; Gesetz der fixen elektrolytischen Aktionen; entdeckt Benzol in der aus Ölgas verdichteten Flüssigkeit 1825) **293.** 294. 295. 323. 382. 384
Favre (Kalorimeter) 390
Fehling, Herm. 1812—1885 312. 405
Fick, Ad. (osmotische Vorgänge) 384. 402
Firmicus 42
Fischer, Emil, geb. 1852 (organische Präparate und Farbstoffe; Synthese von Kohlehydraten 1887, von Dextrose 1890) 350. **354.** 401. 406. 431. 446
Fischer, Ferdinand, geb. 1842 „Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Elektrochemie und Gewerbestatistik") **479**
Fischer, G. E. (Äquivalentgewichtstabelle) 250
Fischer, O., geb. 1852 (organische Farbstoffe, entdeckte 1881 das Kaïrin) 354. **355.** 446
Fittig, Rudolf, geb. 1835 (aromatische und ungesättigte Verbindungen 1864) 320. **345.** 354. 406
Flamel, Nicolaus 58
Fleischmann (Natriumferriphosphat 1848) 430
Flügge 380
*Fourcroy, Anton Franz 1755—1809 (physiologische und pathologische Chemie) 232. 233. **238.** 239. 240. 241. 242. 277. 297. 401
Franck, A. geboren 1834 (Fixierung des Stickstoffs auf technisch-chemischem Wege; Begründer der Staßfurter Kalisalz-Industrie 1861) 400. 423
Frankland 1825—1899 (Entwicklung der Theorien von der Valenz der Elemente; Entdeckung der Organometallverbindungen 1852) 312. 332. 333. 334. **336.** 837. 338. 339. 340. 341. 353. 354. 360. 405
Fremy, E. 1814—1894 (Zoochemie) 373. 401
Frerichs (Chemie der Galle) 402. 403
Fresenius, Karl Remigius (Analytische Chemie; chemisches Unterrichtslaboratorium) 312. 369. **372.** 405

Fresenius, Remigius Heinrich (analytische Chemie; Mineralwasser, Chem. Unterrichtslaboratorium) **373**
Fresenius, Theodor Wilhelm (chem. Unterrichtslaboratorium) **373**
Friedel (sekundärer Propylalkohol 1832) 334. 391
Friedländer, Paul („Jahresbericht über die Fortschritte der Teerfarbenfabrikation und verwandten Industriezweigen") 480
Fritsche, C. J. † 1871 (Sodafabrikation) 421
Frobenius (Äther 1730) 220
Füger 71

Gadolin (Yttererde 1801) 203. 246
*Gahn, J. G. 1745—1818 (Mangan 1775) 203. 204. 218. 219. 407. 428
Galenus 131—201 4. 30. 73. 146. 453
Galilei (Erfindung des Thermometers 1597) 156
Gaßmann 66
*Gay Lussac 1778—1850 (sein Gesetz: Alle Gase dehnen sich bei gleich starker Erwärmung in gleichem Grade aus 1802; Gesetz der Verbindungen der Gase dem Volumen nach 1808) 247, 266. **267. 268.** 269. 270. 271. 290. 310. 311. 317. 318. 374. 377. 378. 380. 417. 423. 425
Geber (Dschafar) 702—765 (kannte das Scheidewasser, Königswasser, Höllenstein, Sublimat, die Destillation, Cupellation) 43. 48. 51. 211. 428. 430
Geiger (chemische Arzneimittel) 437
Geitel, H. 398. 479
Gengembre 242
Genth 320
*Geoffroy der Ältere, Stephan Franz 1672—1731 (Chem. Verwandtschaftslehre; Verwandtschaftstafeln) **191.** 192. 193. 211. 212. 220. 298
Geoffroy der Jüngere 192
Gerhardt, K. Fr. 1816—1855 (Typentheorie; Begriffe Molekül, Atom-Äquivalent) 293. 312. 324. **325.** 326. 329. 341. 353. 405
Gibbs, Josuah Willard (thermodynamische Arbeiten; Phasenlehre) 385. 387. **390.** 399
Giebert (Fleischextraktfabrik) 315
Giesecke (chemische Heilmittel) 437
Giesel, Friedrich Oskar, geb. 1852 (Radioaktivität) **397.** 479
Girard (Anilinblau 1860) 446
Girtanner 243
Gladstone (organische Verbindungen) 383
Glaser, Chr. 170
Glauber, Joh. Rud. 1604—1663 (doppelte Wahlverwandtschaft) **138.** 150. 151. 153. 156. 212. 424. 429
Glover (Kammersäure 1859; Einführung des Gloverturmes 1861) 417
Gmelin, C. G. **272.** 359. 448. 459
Gmelin, L. (Systematik der Elemente) 363
Godefroy (chemische Arzneimittel) 437
Goldmann, F. („Berichte der deutschen pharmazeutischen Gesellschaft") 477
Goldstein (Kathodenstrahlen) 396
Gonget 7
Gorup-Besanez (Chemie der Galle) 402
Göttling (analytische Chemie) 369
Goulard (führte das basisch-essigsaure Blei ein) 221
Gräbe, Carl, geb. 1842 (organische Farbstoffe; Alizarin aus Anthrazen 1868) 348. 353. 354. **356.** 446
Graham, Thomas (Phosphorsäure 1833) 383. 393. 430
Griess, P. (Diazoverbindungen) 446
Grimaux, Louis Edward 1835—1900 226. 227. 230. 325
Grünberg, H. (Abraumsalze) 423
Guckelberger (Sodaentstehung) 420
Guimet (künstl. Herstellung des Ultramarins) 448
Guldberg (Dissoziation 1867) 398
Guye (Atomgewichtsbestimmung) 362
Guyton de Morveau 1737—1816 (Nomenklatur und Zeichensprache) 227. **234.** 277. 297

Haber 385
Habermann (Zoochemie) 401
Hales, St. 1677—1761 (Gase) 206. 207
Hammarsten (Eiweißstoffe) 401. 402
Hammer 38
Hampke (Industrie der Sprengstoffe) 457
Hampson (Verflüssigung von Gasen) 382
Hannibal 247—183 v. Chr. 11
Hansen, E. Chr. 332
Hantzsch, Arthur Rudolf, geb. 1857 (Lutidin) 348. 349. 352. 354. **357**
Hargreaves (Sodafabrikation) 420.
Harnack (Eiweißstoffe) 401
Hartley (Aktinometrie) 396
Hasenclever 375
Hasselhoff, E. 480
Hassenfratz (Zeichensprache) 298
Hatchett 247. 254
Hausmann (Lötrohr) 370
Haüy, Réné, Just 1743—1822 (krystallographisches System 1801) 226. 241
Hawksbee 168
Hebebrand, R. 480
Heger, H. („Pharmazeutische Post“ 477
Heintz (Bestandteile der Milch) 402
Heintz, W. H. 1817—1880 (Zoochemie) 401
Heisinger, Wilhelm 1766—1852 (Beziehungen zwischen elektrischer Kraft und chemischen Vorgängen) 295
Helbig 420
Heller (Seifenindustrie) 453
Hellot (Farbstoffe) 217
Hellriegel (Agrikulturchemie) 400
*Helmont, Bapt. van 1577—1644 (pneumatische Chemie; richtige Ansichten über Gase und Flammen, wobei er zuerst das Wort „Gase“ gebrauchte. Er entdeckte die Kohlensäure) **125.** 148. 154. 163. 206. 378
*Helmont, Merc. 130
*Hempel, Walter Mathias geb. 1851 (technische Analyse) 377
Henneberg (Agrikulturchemie) 312. 320. 393. 400. 405. 430
Henninger (Pepsin) 402
Henry (quantitative Untersuchungen) 247. 254. 291. 377. 437
Hepp (Antifebrin) 434
Heraklit um 500 v. Chr. (bezeichnete das Feuer als Grundwesen aller Dinge) 38
Herapath (kinetische Gastheorie) 382. 383
Hermann 386
Hermbstädt, Sigmund, Friedrich 1760 bis 1833 206. 243
Hermes Trismegistos 38. 48
Herter (Chemie des Speichels) 402
Herodot 484—408 v. Chr. 2. 3. 7. 24. 25. 33
Herschel (Spektralanalyse) 382
Hess, G. H. (Begründer der Thermochemie) 379. 390
Hesse, Alb., geb. 1866 („Chemisches Zentralblatt“) 437. 466. **474**
Heumann (Teerfarbenindustrie) 442. 446
Hill 17
Hintz, Ernst Jacob (chem. Unterrichtslaboratorium) 373
Hippokrates von Kos 460—377 v. Chr. (kannte und benutzte über 200 Pflanzenarten) 30. 146
Hisinger (Ceriumoxyde) 273. 274
Hittorf, Joh. Wilh., geb. 1824 (Allotropie des Selens und Phosphors) 384. 385. **389.** 396
Hjelm, P. J. 1746—1813 (Molybdän 1782) 363
Hlasiwetz (Zoochemie) 401
Höfer 194
Hoff, van 't, geb. 1852 (stereochemische Theorie vom assymmetrischen Kohlenstoffatome; Thermodynamik; Theorie der Lösung und osmotischer Druck 1886) 380. 384. 385. **386.** 389. 399
*Hoffmann, Friedr. 1660—1742 (analytische Chemie; entdeckte das Bittersalz) 183. **184.** 186. 214. 219. 220. 369
Hofmann, A. W. v. 1818—1892 (stickstoff- und phosphorhaltige Verbindungen; Teerfarbenindustrie; Entdeckung zusammengesetzter Ammoniake 1849) 244. 307. 312. 316. 319. **327.** 328. 331. 353. 354. 381. 405. 445. 446

Hofmann, K. A., geb. 1870 (Radioaktivität) **397.** 398. 479
Hofmann, K. B. 17
Hofmeister, Franz, geb. 1850 („Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie") 401. 402. **472**
Hollandus, Joh. 57
Hollandus, Isaac 57
Homberg, W. 1662—1715 (Sättigung der Säuren durch Basen; Entdecker der Borsäure) 168. **170.** 188
Homer 1000—900 (?) v. Chr. 7. 12. 21
Honcamp, F. 480
Honigmann, Moritz (die erste Ammoniaksodafabrik 1870) 420
Hooke (Verkalkung der Metalle) 168. 209
Hoppe-Seyler, Joh. 1825—1895 (Eiweißstoffe) 401. 402
Hörnemann (Eisenzucker 1868) 430
Horsford 349
Horstmann (Dissoziation) 382. 385. 399
Hortulanus 39
Howard (explosive Metallverbindungen) 317
Hoyermann (Kunstdünger-Fabrikation) 464
Hübler 320
Hüfner (Hämoglobin) 402
*Humboldt, Alex. v. 1769—1859 16. 32. 50. 245. 311. 372. 425
Husemann 379
Huth, M. (moderne Chemie) 268
Hutten 72

Jacobsohn, Paul H. („Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft") 472
Jahn, Hans (elektromagnet. Drehungsvermögen) 388
Jamblichos 38
Jammy, P. 46
Japp, Francis Robert (anorganische Chemie) 337
Jolly (osmotische Vorgänge) 384
Joule (kinetische Gastheorie) 382
Juncker (Metallkalke) 178. 209

Kadmus 4
Kahlbaum (Monographien; Geschichte der Chemie) 328. 374
Kalisthenes 48
Kammerer, J. (Phosphorzündhölzer 1833) 461
Kanonnikoff (optisches Verhalten fester und flüssiger Stoffe) 383
Kapff, S. (Farbenindustrie) 439
Karsten (Atomgewichte der Elemente) 383
Kastner (theoretische Chemie) 310. 459
Kaufmann, W. (ultraviolette Strahlen) 396
Kay (dreibasischer Ameisensäureäther) 339
Kayser (Atomgewichte der Elemente) 383
*Kekulé, August (von Stradonitz) 1829 bis 1896 (organische Chemie; Vierwertigkeit des Kohlenstoffs 1858 — die Strukturchemie) **329.** 330. 340. 341. 343. 348. 353. 354. 356. 386. 406
Kellner (Elektrolyse) 422
Keppler, Joh. 1571—1630 (Gesetz der Entfernung der Planeten von der Sonne) 156
Kerp, Karl, geb. 1866 („Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften") **474**
Kirchhoff, Gustav Robert 1824—1887 (Kirchhoff'sches Gesetz, theoretische Grundlage für die Spektralanalyse; Rubidium und Caesium 1861) 306. **307.** 370. 382
Kirwan (quantitative Untersuchungsmethode) 195. 247. 254
Kitto 7
Kjeldahl (Bestimmungsmethode des Stickstoffs) 379
*Klaproth, Martin Heinrich 1743—1817 (Uran 1789, Zirkonerde, Titan 1795, Cer [Ochroit] 1803) **243.** 244. 245. 246. 273. 283. 284. 369. 370. 371
Knietzsch, R. 1854—1906 (Kontaktverfahren) 418
Knop, W. 1817—1891 (Agrikultur- und physiologische Chemie) 320. 400

Knorr, Ludwig, geb. 1859 (organische Chemie; Pflanzenbasen und Synthese des Antipyrins) 349. 354. **357**
Knövenagel (Untersuchungen von Kondensationen) 354
Kober, F. („Süddeutsche Apotheker-Zeitung“) 477
Koch, Rob. (Gärungs- und Fäulniserreger) 402. 403
Köhler, A. 480
Köhler (Eisenzucker, Ferrum saccharatum) 430
König (Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel) 380. 395
König, E. (farbige Photographie) 395
Königs, Wilhelm, 1851—1906 (Pyridin, Chinin) 354. **356**
Kohlrausch, Fr. (Elektrochemie) 384. 385
Kohn, C. (Verwendung von Chemikalien als Heilmittel) 424
Kolbe, Hermann 1818—1884 (Elektrolyse organ. Verbindungen 1849; Radikaltheorie) 312. 320. **332.** 333. 334. 335. 336. 337. 340. 341. 344. 346. 353. 354. 373
Konowaloff, Michael Iwanowitsch 1858 bis 1906 (organische Verbindungen) **368**
Kopp, Hermann 1817—1882 (Zusammenhang zwischen der chemischen Konstitution von Verbindungen und ihrem physikalischen Verhalten; Geschichte der Chemie) 47. 50. 57. 100. 102. 159. 240. 274. **380.** 383. 403. 457
Körner (Pyridin) 346
Kossel (Zoochemie) 401
Kossel, A., geb. 1853 („Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie“) 473
Köttig (künstliche Bereitung des Ultramarins) 448
Krause (zyklische Fettsäuren) 401
Krause, G. (Gründer und Herausgeber der „Chemiker-Zeitung“ 472
Kraut, H. 480
Kremers (Systematik der Elemente) 363
Krönig (kinetische Gastheorie) 382
Krüger (chemische Großindustrie) 422
Kruss (Uran, Molybdän, Gold, Titan und Fluor) 363
Kühne (Zoochemie) 401. 402
*Kunkel, Johann 1630—1703 (Darstellung des Phosphors; des Salpeteräthers; technische Chemie) 57. 170. 171. **172.** 204. 216. 217. 218. 220. 221
Kundt (physikalische Chemie) 383
Kunz (zyklische Fettsäuren) 401
Küster, F. W. (Spaltungsprodukte des Hämoglobins) 394. 402

Laar, C. (Strukturformeln) 349
Ladenburg, Albert, geb. 1842 (organische Siliciumverbindungen; Synthese des Coniins) **345.** 346. 348. 354. 356. 366. 406
Laire de (Anilinblau 1860) 446
Lambert (Dissoziation) 382
Lampadius, W. A. 1772—1842 (entdeckte den Schwefelkohlenstoff 1796; „Handbuch der chemischen Analyse der Mineralien“) 369
Landolt, Hans geb. 1831 (Konstitution organischer Verbindungen) 383. 388
*Langier, André 232
Laplace, Pierre Simon 1743—1827 (Wärmemesser) 232. 380. 390
Lauth (Methylviolett 1861) 446
*Lavoisier, Antoine Laurent 1743—1794 (Zusammensetzung der Luft (Oxygène), Theorie der Verbrennung 1775; chemische Wage; Salpeter- u. Pulverfabrikation) 193. 197. 201. 207. 208. 209. 210. 223. **225.** 227. 228. 229. 232. 233. 234. 239. 242. 277. 297. 324. 377. 378. 380. 390. 399. 425. 428
Lawes (Superphosphaterzeugung) 464
Le Bel (Hypothese vom assymmetrischen Stickstoff) 352
Leblanc, Nic. 1742—1806 (Erfindung der Sodafabrikation 1791) 218. 385. 399. **419**
Lecocq de Boisbaudran (Gallium) 366. 383
Le Cor (Alchymist) 58
Lefèbvre Nicolaus 170. 171. 210
Lehmann, J. (Agrikulturchemie) 400. 401. 402

Lemery, Ludwig 1677—1743, **170**
*Lemery, Nicolaus 1645—1715 (Quecksilbersublimat; fünf Grundstoffe: Quecksilber oder Geist, Schwefel oder Öl, Salz, Wasser oder Phlegma, Erde, „Cours de Chymie“ 1675) 150. 153. **168.** 169. 170. 188. 193. 204. 210. 213. 220
Lenard (ultraviolette Strahlen) 396
Lepsius 17
Libavius, A., gest. 1616 (Doppelchlorzinn; spiritus fumans Libavii) **123.** 149. 151. 152. 153. 154. 424
Lieber, Thomas 78. 123
*Liebig, Justus von, 1803—1873 (Agrikulturchemie; künstliche Düngemittel, physiologische Chemie; „Chemische Briefe“) 269. 275. 290. 304. 305. 307. **308.** 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 324. 327. 328. 329. 333. 353. 364. 372. 379. 380. 391. 399. 400. 402. 403. 404. 405
Liebermann, Carl Theodor, geb. 1842 (Alizarin, Anthracen 1868) 348. 353. 354. **356.** 397. 446
Lightfoot (Anilinschwarz 1863) 446
Limpricht 320. 345
Linné, Karl von, 1707—1778 3. 202
Lippmann, v., (farbige Photographie) 395
Löb (Elektrolyse) 385
Loew, O. (Phytochemie) 401
Lommel, E. von 1837—1899 (Phytochemie) 401
Longinovits, J., 477
Loos, J. J. 130
Lorenz, R. (schmelzflüssige Elektrolyte) 385. 390. **475**
Lorscheid 32. 34
Lossen, Wilhelm, gest. 1906 (Hydroxylamin) 359. 383
Löwig, K. J. 1803—1890 (organische Metallverbindungen) **359**
Loysel 226
Lubbock (der erste Anhänger der antiphlogistischen Lehre) 247
Ludwig, C. 1816—1895 (osmotische Vorgänge) 384. 402
*Lullus, Raymundus 1235—1315 (Wasser-Aschenbad; technische Operationen) 44. **54.** 102
Lunge (Schwefelsäurefabrikation) 417
Luther (Anhänger der Alchemie) 65

Macquer, Peter Joseph 1718—1784 (Färberei; Porzellanerde) 191. **194.** 210. 216. 217. 220. 238
Magnus, Gustav 1820—1870 (analytische Chemie) 272. 320
Maharucuria, Petrus de (Naturforscher) 50
Malpighi (physiologische Chemie) 399
Maly (Chemie der Galle) 402
Mansfield (technische Gewinnung des Benzols 1848) 445
Mansur, Al (Gründer der Akademie zu Bagdad) 43
Marat 226
Marcet (experimentelle Vorträge) 404
Marchand, R. F. 1813—1850 (Atomgewichte; organische Verbindungen) 361. 371. 379
Marckwald (Strahlungsenergie) 397. 479.
*Marggraf, Andreas Sigismund 1709 bis 1782 (analytische Methode auf nassem Wege; Mikroskop, entdeckte den Zucker in der Rübe 1747) 188. 214. 215. 216. 219. 220. 230. 244. 369. **370.** 382. 430
Margueritte (Bestimmung des Eisens 1846) 374
Marignac, Jean Charles Galissard de 1817—1894 (Atomgewichtsbestimmungen; Tantal, Lanthan, Didym, Niob) **361.** 371
Mariotte (Mariotte'sches Gesetz) 164. 268. 399
Marum, van (Sauerstoff) 459
Maxwell (kinetische Gastheorie) 382. 383
Matthäus (Lehrer des Paracelsus) 70
*Mayow, John 1645—1679 (spiritus igno-aëreus oder nitro-aëreus; richtige Ansichten über Verbrennung) 168. 209. 211. 212. 229
Meissner (Strychnin 1818) 402. 437
Melanchthon 64

Mendelejeff, Demitrij Iwanowitsch 1834 bis 1907 (physikalische Konstanten; periodisches System der Elemente 1869) **365.** 391. 426
Menschutkin, Nicolai Alexandrowitsch 1842—1907 (organische und analytische Chemie) **373**
Mein (chemische Arzneimittel) 437
Meusnier (Physiker und Mathematiker) 232
Meyer, E. v., geb. 1847 („Journal für praktische Chemie"; „Geschichte der Chemie") 102. 161. 474
Meyer, Lothar 1830—1895 (Beziehungen der spezifischen Wärme zum Atom- und Molekulargewicht; periodische Gesetzmäßigkeit der Elemente 1869) 354. 363. **364.** 365. 406
Meyer, Rich., geb. 1846 („Jahrbuch der Chemie") 478
Meyer, Victor 1848—1897 (Dampfdichtebestimmung, Dissoziation der Halogenmoleküle; Aldoxime, Ketoxime, das Thiophen 1883) 346. **347.** 349. 352. 254. 355. 382. 406
Michael (Alloisomerie) 350
Michelson (Zerlegung des Wassers) 295
Miller, v. (Spektra gefärbter Flammen) 370
Minderer, Raymund (Spiritus Mindereri) 150
* Mitscherlich, Eilhard 1794—1863 (Isomerie, phosphorsaure und arsensaure Salze; Nitrobenzol 1834) 272. 282. 283. 284. 320. 328. 359. 372
Moissan, Henry 1852—1907 (Atomgewichtsbestimmung; Isolierung des Fluors 1886) 361. 363. 391. **393**
Moitrel (Gase) 207
Möllenbroch 101
Mond (Verwertung von Sodarückständen) 420
Monge (Physiker und Mathematiker) 227. 232
Morveau, Louis Bernard Guyton de 1737—1816 (Nomenklatur; Salpetermanufaktur und Sodafabrik) 210. 232. 233. **234.** 235. 236. 239
Mosander 1797—1858 (quantitative Untersuchungen; Entdecker des Lanthan, Erbium, Terbium) 272
Muck 13
Mulder, G. J. 1802—1882 (Zoochemie) 401
Müller, E. (Elektrolyse) 385
Müller, N. J. C. (Assimilation des Kohlenstoffs) 401
Müller v. Reichenstein (Tellur 1782) 246
Muspratt (bedeutender Hochschullehrer) 312. 405
Murianus 43
Muthmann (Stickstoffverbindungen von Metallen) 363
* Mynsicht, Adrian von (17. Jahrh.) Iatrochemiker; Brechweinstein) **122.** 153

Naegeli (Stärke) 401
Napier of Merchistoun 1550—1617 (Haupterfinder der Logarithmen) 6. 7
Nasse, O. (Chemie des Speichels) 402
Nencki (Eiweiß) 401. 402
Neri, Antonio (Glasbereitung) 155
Nernst, Hermann Walther, geb. 1864 (physikalisch-chemisches Gebiet) 384. 385. **387.** 479
Neumann, A. (Dissoziation) 382
* Neumann, Kaspar 1683—1737 (flüchtige Öle der Ameisen) **187.** 188. 204. 220. 383
Neumeister (Pepsin) 402
Newland (Systematik der Elemente) 1864 363
Niépce, Nicéphore (Erfindung der Photographie, Daguerreotypie) 395
Nietzki (Azofarbstoffe) 446
Nilson (Dichte der Verbindungen; Scandium 1880) 366. 382
Nobbe (Agrikulturchemie) 400
Nobel, L. 1831—1888 (Einführung des Nitroglycerins [entdeckt 1847 von Sombrero] in die Sprengtechnik 1869 457. 459. 460
Noelting (technische Darstellung von Farbstoffen) 446

Obernetter (Heliotypie) 395
Odling (Konstitution der Säuren und Salze) 338. 339. 360. 363

Oersted, H. Chr. 1777—1851 (chemische Arzneimittel; Entdeckung des Elektromagnetismus 1820) 437
Oettel (Elektrolyse) 422
Olympiodor 500 n. Chr. („Heilige Kunst", und „Stein der Weisen") 38
Olzewsky (Verflüssigung von Gasen) 382
Oporin 78
Orsat (gasanalytische Methode) 377
Ost (Entstehungstabelle der wichtigsten Produkte) 417
Ostwald, Wilhelm, geb. 1854 (chemische Verwandtschaft; elektrische Leitfähigkeit der organischen Säuren) 363. 381. 384. **385. 386.** 387. 390. 399
Otto, R., (Bestimmungsmethoden des Stickstoffs) 379
Oviedo, Ferd. v., 79

Paal (Untersuchung von Kondensationen) 354. 401
*Palissy 1510—1590 (legte den Grund zur Agrikulturchemie; Keramik und Emaillerie) 154. 155. 156. 160. 399
*Paracelsus, Theophrastus 1493—1541 (stellte die Chemie in den Dienst der Medizin; Einführung chemischer Präparate in die Arzneimittellehre) 69. **70.** 138. 139. 146. 147. 150. 151. 153. 160. 176. 310
Parmentier 242
Pasteur, Louis 1822—1895 (Hauptbegründer der neuen Zymochemie und Bakteriologie; Spaltung der Traubensäure 1853) 229. **350.** 351. 384. 403
Péching (Sodafabrikation) 421
Pechmann, Hans Frhr. v. 1850—1902 (Untersuchung von Kondensationen) 353. **354**
Péligot, E. M. 1811—1890 (organische Chemie, Holzgeist, Äthyl aus Wallrat) 322, 324. 417
Pelletan (chemische Heilmittel) 437
Pelletier, J. 1788—1842 (chemische Heilmittel; isolierte mit Caventou das Chinin 1820) 242. 437
Pélouze (Bestimmung der Atomgewichte) 353. 361. 353
Perkin jr., William Henry 1860 (organische Chemie) 354. **358**
Perkin sen., Wilh. Henry, geb. 1838 (Teerfarbenindustrie; Entdecker vieler Farbstoffe) **358.** 445
Perkin, Arthur Georg, geb. 1861 (Teerfarbenindustrie) **358**
Perret (Schwefelsäurefabrikation) 417
Peters, Herm. (Historiker auf chem. pharmazeutischem Gebiet) 21
Petit, T. A. (physikalische Chemie) 281. 380
Petrarca 69
*Pettenkofer, Max 1818—1901 (physiologische Chemie) 315. **363. 364.** 403
Pettersson (Dichte der Verbindungen) 382
Pfaff („Handbuch der analyt. Chemie") 369. 459
Pfeffer (osmotische Vorgänge) 384. 401
Pfordten, v. d. (Erforschung neuer Elemente) 363
Pictet (Pflanzenalkaloide) 321. 382. 437
Planck (osmotische Vorgänge; Lehre vom chemischen Gleichgewicht auf thermodynamischer Grundlage) 384. 399
Plato 427—347 v. Chr. 2. 30. 32. 48
Plinius, Cajus Secundus † 79 n. Chr. (Verfasser der „Historia naturalis") 2. 4. 8. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 453
Plücker (Allotropie des Selens und Phosphors) 389
Poggendorff 320
Pordage 66
Porta (künstliche Edelsteine) 155
Posselt (chemische Heilmittel) 437
Post (techn.-chemische Untersuchungsmethoden) 379
Pott, Johann Heinrich (arbeitete über Porzellan) **190.** 220. 244
Precht (Verwertung der Stassfurter Salze) 423
Prestel (braunes Bleisuperoxyd 1837) 461

Prevoust (physiologisch-chemische Untersuchungen) 322
Preyer (Hämoglobin) 402
*Priestley, Joseph 1733—1801 (pneumatische Chemie; Entdeckung des Sauerstoffs 1774; ferner die des Ammoniaks [alkalische Luft]) 195. **199.** 200. 207. 208. 209. 223. 229. 232. 246. 377. 378. 399
Prometheus 4
*Proust, Joseph Louis 1755—1826 (Konstante Proportionen; entdeckt den Traubenzucker 1802) 193. 238. 242. 248. **250.** 251. 252. 253. 291. 370. 371. 399
Prout (Prout'sche Hypothese) 271
Psellus, Michael 44
Ptolemäus I. 35
Pythagoras aus Samos 582—500 v. Chr. (Zahl und Maß, das Wesen aller Dinge) 2. 32. 48

Rabe, P. (Tautomerie, Erscheinungen) 349
Rammelsberg, Karl Friedr. 1819—1899 (quantitative analytische Methode) 357. 373. 423
Ramsay, William, geb. 1852 (Entwicklung der Verwandtschaftslehre; entdeckte mit Lord Rayleigh das Argon und das Helium 1894; isolierte mit Travers das Krypton, Xenon, Neon 1900) 363. 383. **398.** 480
Ramses II. 5
Raoult, F. M. (Bestimmung des Molekulargewichts gelöster Stoffe; Gefrierpunktserniedrigung äquimolekularer Lösungen 1882; Siedepunktserhöhung desgl. 1887) 384
Raschig (Fabrikation der Schwefelsäure) 417
Rassow, Berthold, geboren 1866 („Zeitschrift für angewandte Chemie") **475**
Rayleigh, Lord (Argon) 363
Réaumur (Herstellung des Stahls und des Gußeisens) 216. 219
Regnault, H. V. 1810—1878 (Radikaltheorie; Äthylen und Äthylenchloride, spezifische Wärme der einfachen und zusammengesetzten Körper 1839) **303. 304.** 323. 329. 381. 383
Reichhardt (Photographie) 423
Reimann (chemische Arzneimittel) 437
Rénard (Fuchsin) 445
Rey, J. 209
Rhases, geb. 850, † zwischen 911 und 932 (kannte oder entdeckte Vitriolöl und Alkohol) 44
Richter, J. B. 1762—1807 (Stöchiometrie; Gesetz der Proportionalität) **248.** 249. 250. 390
Riecke (Konstitution der Kohlenstoffatome) 352
Rilliet (Aktinometrie) 396
Ripley 58
Ritter (galvanische Ströme) 265. 395
Rive, de la 321
Robinson (Sodaentstehung) 420
Robiquet (Narkotin 1817) 437
Robiquet, P. J. 1780—1840 (Asparagin 1806) 242
Rochleder 312. 405
Roozeboom, Hendrik Willem 1854 bis 1907 (Phasenregel) 385. **387**
Roscoë, Henry E., geb. 1833 (physikalische Chemie; Vanadium, Wolfram) 360. 396
Rose, Val. 244
Rosetti (Tinktorialindustrie) 156
Rose, Gust. 1798—1872 (Mineralogie) 272. 282. 320. 370. **372**
Rose, Heinrich 1795—1864 (analytische und anorganische Chemie (272. **275.** 320. 369. **371.** 423
Röttger 480
*Rouelle, Wilh. Franz 1703—1770 (Feststellung des Begriffes: Salz 1745) 191. **193.** 194. 211. 217. 220. 250
Rudhardt, Hanns (Mineraloge) 3
Rudolphi, Max („Physikalisch-chemisches Zentralblatt") **474**
Rumford, Sir Benj. 1753—1814 (Thermochemie) 390

Runge, Friedlieb Ferd. 1795—1867 (Zusammensetzung organischer Verbindungen; entdeckt Anilin (Kyanol) und Phenol (Karbolsäure) im Steinkohlenteer 1834) 353. 383. 445
Rutherford, Ernest, geb. 1871 (Radioaktivität) 208. **398.** 479
Rydberg (Spektralanalyse) 383

Sachs, J. (Stärke) 401
*Sala, Angelus **124.** 150. 151. 154. 429
Salzmann, H. („Vierteljahresschrift für praktische Chemie") **477**
Saussure, Th. de 377. 378. 399
Schaffner 420
Schée (Sodaindustrie) 419
Scheele, Carl Wilhelm 1742—1786 (Sauerstoff, Chlor, Mangan, Baryterde; entdeckte das Glycerin 1779 und die Blausäure 1782) 195. 202. **203.** 204. 205. 207. 208. 209. 214. 215. 217. 219. 221. 223. 232. 246. 247. 369. 371. 377. 378. 382. 395. 428. 456
Scheerer, Theodor 1813—1875 (analytische Chemie; bedeutender Hochschullehrer) 312. 320. 364. 373. 403. 405
Scheibbe (Alkaloide) 436
Schelling 459
Schertel (Fabrikation der Schwefelsäure) 417
Scheyt 70
Schiendl (Entwicklung der Photographie) 395
Schiff, R. (Periodik der Elemente) 383
Schlieper (bedeutender Hochschullehrer) 312. 405
Schlossberger, J. E. (chem. Zusammensetzung des Fleisches) 312. 403. 405
Schlossmann, A. (Bestandteile der Milch) 402
Schmieder 54
Schmidt, Al. (Erkenntnis der Natur der Eiweißstoffe) 401. 402
Schmidt, C. (Untersuchung des Magensaftes) 402. 403
Schmidt, Ernst, geb. 1845 (pharmazeutische Chemie) 477
Schmitt, R. 1830—1898 (Umwandlung der Äpfel- und der Weinsäure in Bernsteinsäure) **334**
Schneider, A. 477
Schneider, R. (analytische Chemie) 102. 373
Schönbein, Christian Friedrich 1799 bis 1868 (Entdeckung des Ozons 1844; Schießbaumwolle 1845) **458.** 459
Schorlemmer (organische Chemie) 360
Schrötter, A. (roter oder amorpher Phosphor 1845; Sicherheitszündhölzer 1847) 461
Schubert 459
Schürer, Christoph (entdeckte das Kobaltblau) 155
Schützenberger (Zoochemie) 401
Schwanhardt (Verwertung von Salzsäure bezw. jener entsprechenden Flußsäure) 218
Schwegler 31
Seignette, Apotheker (entdeckte das weinsaure Kali-Natron „Seignettesalz) 153
Sefström, N. J. 1787—1845 (entdeckte das Vanadium 1830) 362
Sella 329
Senebier, Jean 1742—1809 (chemisch-physiologische Untersuchungen) 399
Seneca 13
*Sennert, Daniel 1572—1637 (bedeutender Iatrochemiker) 101. 102. **137**
Serthürner, F. W. (entdeckte 1804 das Morphium, das erste Alkaloid) 431. 437
Seubert, K. (Atomgewichts-Bestimmungen) 361
Siculus, Diodorus 5
Sieber (Eisenzucker [ferrum oxydatum saccharatum] 1868) 430
Sighart (Biograph von Albertus Magnus) 46
Silber (chemisch-aktive Lichtstrahlen) 396
Silbermann (verbesserte das Kalorimeter) 390
Skraup (Struktur des Pyridins) 348
Smithson, J. L. † 1829 (Verwandtschaftsgesetz) 254

Soddy, F. (Radioaktivität) 398. 480
Sokoloff 373
Solon 640—559 v. Chr. 2. 32
Solvay, E. (Ammoniaksodaverfahren) 420. 421
Sombrero, Ascagne (das Nitroglyzerin 1847) 459
Sophokles 496—406 v. Chr. 18
Soret (Entdeckung neuer Elemente mittelst der Spektralanalyse) 383. 396
Soxhlet, Franz, geb. 1848 (Agrikulturchemie; Bestandteile der Milch) 402
Spring (messende Photochemie, Aktinometrie) 396
Stadler, (Historiker) 46
Städel (Périodique der Elemente) 383
Städeler (Chemie der Galle; chem. Zusammensetzung des Fleisches) 320. 402. 403
*Stahl, G. E. 1660—1734 (Zymotechnica fundamentalis; Oxydation und Reduktion) 57. 159. 176. **177**—183. 186. 191. 204. 209. 211. 217. 244
Stark, Joh. 480
Stas, Jean Servais 1813—1891 (Atomgewichte von Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Stickstoff, Schwefel, Silber; organische Verbindungen wie das Phloridzin, das Acetal) **361.** 371
Stift, A. 480
Stohmann, Friedrich Karl Adolf 1832 bis 1897 (agrikulturchemische, hauptsächlich kalorimetrische Untersuchungen) 391. **392.** 393. 400
Stoney (Entdeckung neuer Elemente mittelst Spektralanalyse) 383
Strabo 60 v. Chr. bis 20 n. Chr. 10. 11
Strecker (begründete die Chemie der Galle) 312. 359. 373. 402. 403. 405. 406
Stromeyer, Fr. 1776—1835 (Analyse von Mineralien; entdeckt das Cadmium 1817) 369. 373
Süss, P. („Pharmazeutische Zentralhalle") **477**
Sylvius de le Boë 1614—1672 (Höllenstein, Sublimat, Zinkvitriol; Antimon- und Quecksilberpräparate) **144.** 145. 146. 150. 184
Synesios 370—415 (Mercurius philosophorum) 38
Swan (Untersuchung der Spektra gefärbter Flammen) 370

Tachenius (der letzte namhafte Iatrochemiker; Fettsäure) **146.** 150. 152. 153. 184
Tafel, J. (Elektrolyse) 385
Talbot, W. H. Fox 1800—1877 (untersuchte die Spektra gefärbter Flammen; ultraviolette Strahlen; Erfinder der Photographie auf Papier) 370. 395
Tammann, Gust., geb. 1861 (Beeinflussung der Schmelzpunkte durch den Druck; „Zeitschrift für anorgan. Chemie") **476**
Tancke, Joachim 1557—1609 (empfahl eine eigene Professur für Chemie) 65
Tennant 1761—1815 (führte zuerst die Darstellung von Chlorkalk in England 1799 ein; entdeckte Osmium und Iridium 1804) 254. 421
Tertullian 160—230 38
Thaer, Albr. Daniel 1752—1828 (anorganische Salze als Reizmittel 400
Thales von Milet 640—550 v. Chr. (Wasser das Urprinzip der Welt) 32
*Thénard, L. J. 1777—1857 (Wasserstoffverbindungen 1818; Gärung 1803, Äther 1807, das Pikromel) **266.** 267. 269. 271. 310. 378
Theophrastos aus Eresos 390—286 v. Chr. (Mineralogie; Bereitung des Bleiweiß und der Mennige) 2. 4. 13
Thibouméry (chemische Arzneimittel) 437
Thölde 101. 102
Thomson, Julius, geb. 1826 (gründete die Kryolithindustrie 1853, Grundzüge eines thermochemischen Systems 1853) 369. 373. **391.** 396. 399
Thomson, Thomas 1773—1852 (Kalisalze der Oxalsäure) **260.** 271
Thorpe, T. E. (Beziehungen der Atomvolumen zu den Atomgewichten und den Perioden der Elemente) 161. 361. 363. 383

*Thurneisser 56. 58
Thutmes III., Pharaone (führte das Blei in seinen Tributlisten ein) 14
Tiemann, Ferd. (Synthese des Jonon) 466
Tillet (Gewichtsvermehrung des Bleies 1762) 210
Toricelli, gest. 1647 (Physiker) 156
Traube, Isidor, geb. 1860 (physikalische Chemie; Tautomerie) 349. **368.** 369
Traube, Wilh., geb. 1866 (Synthese vieler Purinderivate wie Theobromin, Coffeïn, Xanthin, Guanin) **356**
Trevany (Verbesserung der Phosphorstreichhölzer) 461
Trithemius 71
Tritheim 46
Trommsdorff, C. W. H. 1811—1884 243
Tubalkain 4. 41
Turner (Sodafabrikation 1787) 218. 373
Turquet de Mayerne 1573—1655 (rationelle Anwendung chemischer Heilmittel) **122.** 153

Unverdorben, Otto geb. 1806 (stellt Anilin durch Destillation von Indigo dar 1826) 442

Valenta, Eduard, geb. 1857 (Photochemie) **396**
Vallet (Ferrum carbonicum saccharatum) 431
Varrentrapp (Bestimmungsmethoden des Stickstoffs) 312. 379. 405
*Vauquelin, Louis Nicolas 1763—1829 (Chrom, Beryllerde, Cyan, Cyansäure, Asparagin, Kamphersäure und die Chinasäure 1806) **239.** 240. 241. 242. 245. 246. 266. 369. 370. 374. 399. 401. 431
Verguin (Fabrikation des Fuchsins 1859) 445
Vieille (rauchloses Pulver 1886) 460
Vietinghoff von Schelenz („Chemiker-Zeitung)“ 472
*Villanovus, Arnoldus, gest. 1313 (graue Quecksilbersalbe, Terpentinöl, Rosmarinöl) 44. 53
Vinci, Leonardo da 1452—1519 (induktive Methode; richtige Theorie der Verbrennung) 160
Vitruvius 19
Vogel, W. H. (chemisch-aktive Lichtstrahlen) 396
Voit (physiologische Chemie) 402. 403
Volhard, Jacob, geb. 1834) maßanalytische Methode der Silberbestimmung durch Rhodanammonium) 308. **376**
Volta, Allessandro 1745—1827 (erfindet das Strohhalmelektrometer 1788, das Eudiometer 1790) 215. 264
Vorster (Verwertung der Staßfurter Salze) 423

Waage, Peter 1833—1900 (Dissoziation) 398
Waals, v. d. (Volumgesetz; Radioaktivität) 381. 382. 385. 387
Wackenroder (das Chelidonin 1826) 437
Wagner, Rud. v. 1822—1880 (chemische Technologie; „Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie“) **479**
Walden, P. 352. 392
Wallach 466
Warburg (spezifische Wärme) 383
Watson (Entdecker des Platins 1750) 218. 407
Weber (spezifische Wärme) 383
Wedekind, E. (Hypothese vom assymmetrischen Stickstoff) 352. 353
Wedel 101
Weidel (Pyridinkarbonsäure) 348
Weigel, Martin (Erfinder der Sprengarbeit) 458
Weindl, Caspar (Sprengpulver) 458
Weinhold (Verflüssigung der Gase) 382
Weldon, W. (Chlordarstellung mit Regenerierung des Mangandioxyds 1867; Sodafabrikation) 420. 421
Welter (Unterschwefelsäure 1819) 269
Wenzel, O. (Berufsgenossenschaft) 390
Werner, A. (Lehrbuch der Stereochemie) 353
Westrumb, J. Tr. 1751—1819 243

Wichelhaus (Technologie) 405. 464
Wiedemann, G. (Elektrochemie) 385
Wiegleb, J. Chr. 1732—1800 243
Wien, W. (Radioaktivität) 396. 480
Wilfarth (Agrikulturchemie) 400
Wilhelmy 399
Will, Heinrich 1812—1890 (Bestimmungsmethoden des Stickstoffs) 379. 381
Willard (Radioaktivität) 385
Williamson, A. W. 1824—1904 (Gerhardt'sche Typenlehre; Theorie der Ätherbildung 1852) 312. 324. 329. **331.** 332. 339. 353. 405
* Willis, Thomas 1621—1675 (Iatrochemiker) 146. **147.** 167. 210
Winkler, Cl. (gasanalytische Methode; Germanium 1886) 366. 373. **377.** 417. 418
Wislicenus, Joh. 1835—1902 (organische Chemie; Strukturidentität, geometrische Isomerie) **349.** 352. 354. 386. 402. 406
Witt, Otto Nicolaus, geb. 1853 (Azoverbindungen, rationelle Zusammensetzung des Methylenblaus und der Safranine) 418. 419. 422. 445. 446. 451. 462. 467. **473**
Wittich, v. (Untersuchung des Magensaftes) 402
* Wöhler, Friedrich 1800—1882 (Aluminium 1827; Beryllium 1828; Bor, Silicium, Titan) 265. 272. 307. 316. 317. 318. **319.** 320. 321. 322. 324. 329. 345. 346. 353. 379. 381. 402. 421. 465
Wolff, F. (Agrikulturchemie) 400
Wollaston, W. H. 1766—1828) (Gesetz der multiplen Proportionen für Salze; entdeckte Palladium und Rhodium 1804) 254. **261**
Word (Fabrikation der Schwefelsäure in England) 217
Woskresensky (entdeckte das Chinon) 356
Wray (entdeckte die Ameisensäure 1670) 220
Wren (Phlogistiker) 168
Wroblewsky (Dissoziation) 382
Wurz, Karl Adolf 1817—1884 (Cyansäureäther, Methyl-, Äthylamin, Äthylenoxyd, Äthylenchlorid, Glykol) 312. 324. **326.** 329. 331. 339. 653. 382. 386. 405

Xenophon 10

Zamminer (physikalische und theoretische Chemie) 381
Zimmermann, Cl. (analytische Chemie) 363. 373
Zöller (Agrikulturchemie) 400
Zolber 320
Zosimos 37

Sach-Register.

Absorptionsturm (Gay Lussac 1827) 417
Academia Caesarea Leopoldina, Wien 184
Academia naturae curiosorum, Wien 161
Académie royale, Paris 161. 168. 169. 192. 236. 238. 240. 251. 255. 322. 397
Acetal $CH_3 . CH(OC_2H_5)_2$ (Stas) 361
Acetaldehyd C_2H_4O oder CH_3CHO 354
Acetanilid (Antifebrin) $C_6H_5 . NHC_2H_3O$ 403. 434
Acetate (Essigsäuresalze; Liebig) 313. 429
Acethyltheorie (Liebig) 313
Aceton C_3H_6O (Baeyer) 353. 354
Acetosellsäure (Scheele) 220
Acetylen C_2H_2 (Dalton) 255
Aconitin $C_{30}H_{47}NO_7$ (Geiger, Hesse 1833) 437
Äpfelsäure $C_4H_6O_5$ (Scheele) 220
— Synthese der 354
Äpfelsäureäther $C_4H_4O_5(C_2H_5)_2$ (Louis Jacques Thénard) 266
Äquivalentbegriff (Berzelius) 289
Äquivalente eines Elementes 323
Äquivalente (Gerhardt) 325
Äquivalente (Gmelin) 343
Äquivalente (Laurent) 325
Äquivalentgewichts-Tabelle (Richter-Fischer) 250
Aër vitriolicus (dephlogistisierte Luft, Scheele) 208
Äthan C_2H_6 255
Äthal $C_{16}H_{34}O$ (Dalton) 255
Äther $CH_3 . O . CH_3$ 153. 219. 266. 342. 403
Äther, zusammengesetzte (Thénard) 266. 331.
Ätherifikation (Thénard) 266
Ätherin $H_2C . CH_2$ (Berzelius) 303
Ätherintheorie (Gay-Lussac) 302. 303
Ätherschwefelsäure $C_2H_6S_2O_7$ (Liebig) 313
Ätherschwefelsäuren der Phenole (Baumann) 402
Äthyläther $C_4H_{10}O$ (Williamson) 331
Äthyläther, Bildung der (Williamson) $C_2H_5 . O . C_2H_5$ 331
Äthyläther, einfache $CH_3 . O . CH_3$ 331
— gemischte $CH_3 . O . C_2H_5$ 331
Äthylalkohol $C_2H_5 . OH$ (Kay) 331 339
Äthylamin $C_2H_5 . NH_2$ (Wurtz 1848) 326
Äthylcarbinol $CH_2(C_2H_5)(OH)$ 347. 348
Äthylen $CH_2 : CH_2$ (H. L. Buff) 339
Äthylenchlorid $C_2H_4Cl_2$ (Wurtz) 327
Äthylenoxyd C_2H_4O (Wurtz) 326
Äthyltheorie (Liebig) 303
Ätzkalilauge (Lunge) 421
Ätzsublimat $HgCl_2$ 430
Affinität 218. 237. 264. 375. 376
Affinitätslehre (Berthollet) 238
Affinitas (Albertus Magnus) 212
Agrikulturchemie (Pallisy, Liebig) 156. 314. 393. 399. 400
Agurin ($C_7H_7N_4O_2 + CH_3COONa$) 436
Akademie, Alexandrinische 25
— Bagdad 43
— Berlin 161. 184. 203. 244. 275. 284. 387
— Dijon 234
— Edingburgh 195
— Florenz 161
— Göttingen 191
— Haarlem 191

Akademie, Kopenhagen 161. 202
— London 161. 183. 192. 255. 262
— Lyon 195
— München 191. 364. 375. 391
— Oxford 161
— Salerno 44
— St. Petersburg 161. 201
— Stockholm 161. 202. 205. 272
— Upsala 202
Aktinium 397
Aktinometrie (Bunsen und Roscoë) 396
Allantoïnsäure (Buniva 1801) 242
Alaun $AlK(SO_4)_2 + 12H_2O$ 24. 27. 52. 81. 181. 219. 241. 424
Alboferrin 431
Aldehydalkohol (Emil Fischer) 355
Aldehyde (Liebig) 313. 330
Aldosen (E. Fischer) 355
Aldoxime (V. Meyer) 347
Alkahest (van Helmont) 133. 139
Alkalien 427
Alkalimetrie (Gay-Lussac 1832) 374
Alkalisalze 149. 212
Alkaloïde (W. Königs) 357. 408
Alkohol C_2H_6O (Libavius' Bezeichnung für Weingeist) 153. 219. 342
Alkohole, Konstitution der (Kolbe) 333
— sekundäre und tertiäre (Kolbe) 333
Alkoholometrie (Réaumur 1733, Brisson 1768) 219
Alkoholradikale (Wurtz) 327
Alizarin $C_{14}H_8O_4$ (Graebe) 348. 354. 356. 440. 442. 446
Alizarinblau (1878) 440
Alizarinblau S (1882) 440
Alizarinblauschwarz (Bayer) 441
Alizarin-Cyaninfarben (Bayer) 441. 442
Alizarin-Cyaningrün (Bayer) 441
Alizaringrün (1888) 440
Alizarinindigblau (1888) 440
Alizarinirisol (Bayer) 441
Alizarinmarron (1885) 440
Alizarinorange (1875) 440
Alizarinreinblau (Bayer) 441
Alizarinsaphirol (Bayer) 441
Alizarinschwarz (1887) 441
Alizarinviridin (Bayer) 441
Alloisomerie (Michael) 350
Allotropie von Elementen (Hittorf 1865) 389
Alumen (Alaun) 430
Alumen ustum (gebrannter Alaun) 430
Aluminium Al 26,9 (Wöhler 1827) 320. 430
Aluminiumchlorid $(Al_2)Cl_6 + 12H_2O$ (Wöhler) 320
Aluminiumsilikat (weißer Ton = Bolus alba) 430
Aluminiumsalze 430
Aluminiumsulfat $Al_2(SO_4)_3$ 430
Amalgamationsverfahren 9. 98. 154
Amalgame der Metalle (Moissan 1879) 393
Ameisensäure CH_2O_2 (Wray 1670) 220. 242
Ameisensäureäther, dreibasischer $C_3H_6O_2$ (Kay) 339
Amidoazobenzol $C_{12}H_{11}N_3$ (Kekulé) 330
Aminsäuren 354
Ammon, kohlensaures (in den englischen Tropfen) 221
Ammoniak NH_3 als Typus (Wurtz) 331
— Fabrikation von 463
— im Altertum 13
— organische Abkömmlinge (Wurtz und A. W. Hofmann) 326
— salpetersaures (Glauber) 139
— schwefelsaures (Geoffroy 1720) 139
Ammoniake, substituierte (Wurtz-Hofmann) 274
Ammoniaksalze (als Heilmittel) 150
Ammoniaksoda Na_2CO_3 (Solvay-Honigmann) 420. 421
Ammoniumamalgam (Berzelius und Hisinger) 274
Ammonsalze 423
Amygdalin $C_{20}H_{27}NO_{11}$ 401
Amyl $C_{10}H_{22}$ (Cahours) 304
Amylalkohol $C_5H_{12}O$ (Cahours) 304
Anaërobien (Pasteur) 351
Anästhetika 437
Analgen (Benzanalgen) $C_9H_5(O.C_2H_5)(NH.CO.C_6H_5)N$ 435

Analyse, eudiometrische (Volhard) 376
— erste Anwendung des Wortes 203
— von Nahrungs- und Genußmitteln (König) 379
— organischer Körper 378
— qualitative 147. 152. 205. 211. 214. 215. 369. 278
— qualitative auf nassem Wege (Th. Bergmann) 369
— qualitative auf trockenem Wege (Cronstedt) 370
— quantitative 159. 164. 231. 254. 370. 373. 378
— technische (Hempel) 377
Anethol $C_{10}H_{12}O$, der hauptsächlichste Bestandteil des Anisöls 466
Angelikasäure $C_5H_8O_2$ (Wislicenus) 352
Anhydrooxymethylendiphosphorsäure 428
Anilin $C_6H_5.NH_2$ (Runge 1835) 445
Anilinblau $C_{20}H_{21}N_3O$ (Girard 1860) 445. 446
Anilinderivate 436
Anilinfarben 442
Anilingelb (1864) 446
Anilingrün $C_{22}H_{27}N_3S_2O$ 445
Anilinrot $C_{20}H_{21}.N_3O$ (A. W. Hofmann 1858) 445
Anilinschwarz C_6H_5N (Lightfoot 1863) 446
Anilinviolett (Mauvein) 445
Anisaldehyd $C_8H_8O_2$ (Aubéquine) 466
Anthracen $C_{14}H_{10}$ 345. 348. 356. 452
Anthracenblau (1891) 440
Anthracenbraun (1886) 440
Anthrachinon $C_6H_4(CO)_2C_6H_4$ 441
Anthracenfarbstoffe 441
Anthrachinonblau (1901) 441
Anthrachinongrün (1904) 441
Anthrachinonviolett (1902) 441
Antifebrin $C_6H_5.NH.CO.CH_3$ (Cahn und Hepp 434. 436
Antimon (Basilius Valentinus) 106
— im Altertume 20
— Sb 119, 3 (Proust) 252. 429
Antimonverbindungen, organische (Karl Jacob Löwig) 359
Antipyrin, Synthese d. $C_{11}H_{12}N_2O$ (Knorr) 357. 403. 431. 434. 435. 436
Antipyrinpräparate 435
Antiseptische Mittel 403
Aqua auri (trinkbares Gold; Arnaldus Villanovanus) 53
Aqua vitae (Weingeist) 153
Archëus (Paracelsus) 84. 136
Argon A 39.6 (Rayleigh und Ramsay) 363
Aricin $C_{23}H_{26}N_2O_4$ (Pelletier und Corriol 1229) 437
Aristochin $CO<\begin{matrix}C_{20}H_{23}N_2O_2\\C_{20}H_{23}N_2O_2\end{matrix}$ 433
Arsenchlorür ($AsCl_3$) 424
Arsenicum fixum (Heilmittel von Paracelsus) 151
Arsenik (As 75) Arsen 21. 48. 106. 219. 428
Arseniklikör (Solutio arsenicalis Fowleri) 428
Arseniköl (Glauber) 139
Arseniksäure-Anhydrid (Pseudo Geber) 428
Arsenverbindungen (Paracelsus) 150
— organische (Karl Jacob Löwig) 359
Asparagin $C_4H_8N_2O_3$ (Vauquelin 1806) 241. 242. 334
Asparaginsäure $C_4H_7NO_4$ (Kolbe) 334
Asphalt 452
Asymmetrischer Kohlenstoff, Theorie (van 't Hoff) 386
Athanare (Ofen) 81
Atom (Laurent) 325
Atomgewichte (Berzelius) 280. 286
— (Dalton) 258, 370
— (Dulong und Petit) 282
— (Gerhardt) 325
— (Marignac) 361
— (Stas) 361
— Änderung durch Dumas 361
— Bestimmung der 280
— der Metalle 361
— periodische Anordnung 367
— Präzisierung der (Camizzaro) 344
— relative (Berzelius) 279
Atomgewichtsbestimmung, Verfeinerung der 257. 258. 271. 280. 286. 361

Atomgewichtssystem (Berzelius) 280. 281. 286. 287. 288
— Opposition gegen das (Dumas) 361
Atomgewichtstabelle (1905) 361. (1906) 362. (1907) 363
Atomgewichtstabellen (Berzelius) 280. 281. 286. **287. 288**
Atomlagerung (Baeyer) 352
Atomtheorie (Berzelius) 273
— (Proust) 238
— (Richter) 249. 250
— chemische (Dalton) 247. 255. 256. 260
Atomvolum (Hermann Kopp) 383
Atoxil (Metaarsensäureanilid $C_6H_5NHAsO_2$) 428
Atropin $C_{17}H_{23}NO_3$ (Mein, Geiger und Hesse 1833) 408. 437
Attractio (Bergmann) 212
Aventuringlas (Kunkel) 173. 364
Avogadro'sches Gesetz (Amadeo Avogadro di Quaeregna) 364
Aurum potabile (Arnaldus Villanovanus) 53
Autotypie (Meisenbach) 395
Azofarbstoffe (Grieß, Caro, Nietzki, Witt) 446

Bakteriologie (Pasteur) 351
Baryt 246
Baryterde BaO (Scheele) 205
Basizität (Liebig) 313
Basizitätsgesetz (Gerhardt) 325
Bastarde der Metalle 85
Baumwollfarbstoffe, substantive (Böttticher 1884) 446
Beinglas (Milchglas) (Kunkel) 173
Benzaldehyd $C_6H_5.CHO$ 466
Benzaminsäure $C_7H_7NO_2$ (Kolbe) 334
Benzoëharz 153
Benzoësäure $C_7H_6O_2$ (Thurquet de Mayerne) 153. 242. 323
Benzoësäureester 466
Benzol C_6H_6 (Mitscherlich) 283. 345. 452
Benzol im Teer (A. W. Hofmann 1845) 445
Benzopurpurin (Böttticher) 446
Benzotrichlorid $C_6H_5.CCl_3$ 355
Benzoyl C_7H_5O, Radikal der Benzoësäure 466
Benzylacetat 466
Benzylalkohol C_7H_8O (Cannizzaro) 344. 466
Berberin $C_{20}H_{17}NO_4$ (Chevallier und Pelletan 1862) 437
Berliner Blau (Eisencyanürcyanid, Diesbach 1710) 217, 447
Bernsteinsäure $C_4H_6O_4$ (Libavius und Croll) 153. 334. 351. 352
Bernsteinsäure $C_4H_6O_4$, Synthese d. (v. Agricola 1550 als flüchtiges Bernsteinsalz beschrieben, Lemery erkannte 1675 ihre saure Natur, Pott verglich sie 1753 mit den übrigen Pflanzensäuren und Berzelius erforschte ihre Zusammensetzung) 354
Bernsteinsalz $C_4H_6O_4$ (Libavius und Croll) 153
Beryllerde BeO (Vauquelin 1797) 241
Beryllium Be 9,03 (Wöhler 1827) 362
Bessemerprozeß 412
Bicarbonat (Natriumbicarbonat) 427
Biebricher Scharlach 446
Bittererde (Tonerde, Marggraf) 189
Bittermandelöl 323
Bittermandelölgrün (O. Fischer und Döbner 1877) 355
Bittersalz $MgSO_4 + 7H_2O$ (Friedrich Hofmann) 185. 221
Bitterwasser 426
Blauholz (Hämatoxylon campechianum) 443
Blausäure HCN(HCy) (Scheele 1782) 220. 237. 252. 342
Blei Pb 235 3. 4. 14. 15. 229. 281. 429
Blei, basisch-essigsaures 221
Bleichereien 422
Bleiessig $2[Pb(CH_3CO_2)_2].PbO.H_2O$ (Libavius) 152
Bleifarben 447
Bleiglätte 15. 27. 228. 424
Bleiglanz (Galemit) 15
Bleikammerverfahren (1746) 414
Bleikammerverfahren (verbessert von Clément und Désormes 1793) 417

Bleioxyd PbO 15. 429
Bleipflaster 15. 27
Bleipräparate 15
Bleisalze (Libavius) 152
Bleispath, rot 241
Bleisuperoxyd Pb_2O_3 429
Bleiweiß $PbCl_2 + PbSO_4$ 27. 151. 217. 424. 447
Bleizucker $Pb(CH_3CO_2)_2 + 3H_2O$ (Libavius) 152
Blumenriechstoffe 465. 466
Blut, chemische Zusammensetzung (Al. Schmidt) 166. 402
Blutlaugensalz $K_3Fe(CN)_6$ (Marggraf benutzte dasselbe als Reagenz) 214. 220
Bolus alba 430
Bor B 10,9 (Wöhler) 320
Borax $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$ 150. 171. 193. 219
Boraxsäure H_3BO_3 (Borsäure, Sedativsalz), (Wilhelm Homberg) 171
Borneol $C_{10}H_{17}.OH$ 466
Bornylacetat (künstliches Fichtennadelöl) 466
Bornyval $C_{10}H_{17}.O.C_5H_9O$ 466
Borsäure H_3BO_3 177. 427
Branntwein 140
Branntweinbrennereien 156
Brassidinsäure $C_{22}H_{42}O_2$ (Wislicenus) 352
Braunstein (Pyrolusit) (Scheele) 205. 208
Brillantalizarinblau (Bayer & Co.) 441
Brom Br 79,36 (Balard 1826) 359. 423
Bromkalium (Arzneimittel) 403
Bronze im Altertum 12
Brucin (Caniramin) $C_{23}H_{26}N_2O_4$ (Ludwig Knorr; Pelletier und Caventon 1819) 357. 437
Bürette (Nachfluß-, Mohr) 375
— (Zufluß-, Mohr) 375
Bunsenbrenner 306
Bunsenelement 306
Butylalkohol, tertiärer $C_4H_{10}O$ (Butlerow 1864) 334
Butylene (Wislicenus) 352
Butyrum antimonii (Glauber) 139
Cadmia, bei den Alten eine erdige Substanz, welche Kupfer in Messing verwandelt (Galmei) 16
Caesium Cs 131,8 (Bunsen und Kirchhoff) 306
Calcination (Paracelsus) 84
Calcium Ca 39,8 427
Calcium oxysulfuratum 427
Calciumphosphat 428
Calomel (Quecksilberchlorür) 151. 213
Caros Reagens 358
Carven $C_{10}H_{16}$ (Carvol $C_{10}H_{14}O$) 466
Catechu 444
Cer Ce 139 (Klaproth 1803) 245
Ceriumoxyde (Berzelius 1803) 273
Chalaanthum candidum $ZnSO_4 + 7H_2O$ (Zinkvitriol) 151
Chamaeleon minerale (das übermangansaure Kali, Margueritte) 374
Chelidonin $C_{19}H_{17}NO_3 + H_2O$ (Godefroy 1824) 437
Chelidonsäure $C_7H_4O_6$, Synthese der 354
Chemie-Agrikultur (Palissy-Liebig) 156
— alchemistische 37
— analytische 165. 207. 223. 241. 247. 273. 305. 320. 361. 369. 370. 371. 372. 373. 379
— angewandte 214
— anorganische 205. 241. 252. 266. 312
— antiphlogistisches Zeitalter 239. 244
— der Carbide (Moissan) 394
— der Galle (Strecker) 402
— gerichtliche (Stas) 361
— iatrochemisches Zeitalter 68. 80
— mineralogische 203. 241. 247. 305
— organische 205. 241. 252. 266. 305. 312. 322. 330. 331. 333. 341. 342. 343. 344. 345. 350. 353. 357. 387
— phlogistisches Zeitalter 158. 206
— physikalische 305. 360. 380. 388
— physiologische 69. 135. 148. 239. 273. 314. 322. 364. 399
— pneumatische 133. 198. 200. 206. 215
— technische 154. 165. 313. 404. 407
— des Speichels 402
— synthetische 241

Chemikalienausfuhr, insgesamt 409
— nach Großbritannien 412
— nach Österreich-Ungarn 412
— nach Rußland 413
— nach den Vereinigten Staaten 410
Chinaeisenwein 431
Chinarinde 432
Chinasäure $C_7H_{12}O_6$ (Vauquelin 1806) 242
Chinidin $C_{20}H_{24}N_2O_2$ (Pelletier und Caventon 1820) 433. 437
Chinin $C_{20}H_{24}N_2O_2 + 3H_2O$ (Pelletier und Caventon 1820) 433. 434. 437
— (Vauquelin 1811) 357. 408. 431. 432
Chininchlorhydrat 433
Chinizin 434
Chinizinderivat 434
Chinolin C_9H_7N, Derivate des (Claus) 346. 434
Chinolinreihe 434
Chinon $C_6H_4.O.O$ (Gräbe) 348. 356
Chlor Cl 35,18 205. 237. 273. 361. 407. 421. 422. 423. 427
— als Element erkannt (Gahn 1774) 218
Chloräther $C_2H_4Cl_2$ 437
Chloral CCl_3CHO (Liebig) 313. 323. 403. 437
Chloralhydrat $CCl_3—C(OH)(H)(OH)$ 432
Chlorameisensäureäthylester $CClHO_2$ 433
Chloranil $C_6Cl_4O_2$ (Woskresensky) 356
Chlorarsen (Glauber) 150
Chlorblei 150
Chlorcalcium $CaCl_2$ 150
Chloride 149
Chlorimetrie (Gay-Lussac 1824) 374
Chlorkalium (Sylvius) 149
Chlorkalk $CaOCl_2$ 420
Chlorkalk, elektrolytischer 421
Chlormagnesium 421
Chloroform $CHCl_3$ (1831 von Liebig entdeckt und 1848 von Simpson in die Chirurgie eingeführt) 403
Chlorophyll $CO_2 + H_2O$ (Brücke, Nägeli und Sachs) 401
Chlorphosphor 356
Chlorsilber AgCl 212. 213. 395
Chlorstickstoff (Dulong 1811) 281
Chlorwasserstoff HCl (Typus) 207
Chlorzink (Libavius) 151
Chrom, Darstellung des (Moissan) 393
— Cr 51,7, Entdeckung des (Vauquelin 1798) 241. 246
Chromsäure H_2CrO_4 (Oxydationsmittel) 358
Chrysamin 447
Chrysoïdin 446
Cinchonin $C_{19}H_{22}N_2O$ 433
Cinerol (Eucalyptol) 466
Citraconsäure $C_5H_6O_4$ 350
Citral (Geranial) 466
Citronellaöl (ätherisches Öl aus Andropogon Schoenanthus) 466
Coceïn-Scharlach 446
Cochenille 156. 444
Coeruleïn (1878) 440
Cohäsion (Dalton) 256
Colchicin $C_{17}H_{19}NO_5$($C_{17}H_{23}NO_6$) (Geiger und Hesse 1833) 437
Collargol (kolloidales Silber) 430
Coniferin $C_{16}H_{22}O_8$ 401
Coniin $C_8H_{17}N$ (Ladenburg) 346. 354
Corpusculartheorie (Rob. Boyle 1664) 163
Corydalin $C_{18}H_{19}NO_4$ (Wackenroder 1826) 437
Cumarin $C_9H_6O_2$, Synthese des 354. 466
Cuprocitrol (zitronensaures Kupfer) 429
Cyan CN od. Cy (Gay-Lussac 1815) 241. 268
Cyanamid $CNNH_2$ 349
Cyananthrol (1902) (Säurefarbstoff der Anthrachinonreihe) 441
Cyanessigsäure $C_3H_3NO_2$ 334. 386
Cyansäure CHNO (Vauquelin 1818) 241. 342
Cyansäureäther (Wurtz 1846) 326
Cyklocitral 466

Daguerreotypie 395
Daltonismus 254
Dalton'sche Theorie 278
Dampfbad 81
Dampfdichtebestimmung (Dumas 1827) 322. 381. 385
— (Hofmann, V. Meyer) 347. 381

Daphnetin $C_9H_6O_4$, Synthese des (Hans Frhr. v. Pechmann) 354
Delphinin $C_{28}H_{37}NO_5$ (Brandes 1819) 437
Desmotropie (V. Meyer) 349
Destillation, Kenntnis der 56
Destillirvorrichtungen 56. 59. 60. 61. 62. 142. 156
Dextrose 401
Diäthyloxyd 347
Diagonalformel (Claus) 345
Diamant 230
Didym Di 145 (Marignac) 361
Dielektrizitätskonstanten (Hans Jahn) 388
Diffusion (Bunsen) 306
Dimethylanilin $C_6H_5.N(CH_3)_2$ (Bamberger) 357
Dimethylkarbinol C_3H_8O 347. 348
Dioxindol (Baeyer) 353
Dioxyanthrachinon $C_{14}H_8O_4$ (Gräbe und Liebermann) 348
Dissoziation (V. Meyer) 347. 382. 399
— elektrolytische (Hittorf, G. Wiedemann, Fr. Kohlrausch, Nernst, Ostwald) 384. 389
Dissoziationserscheinungen bei Verbindungen und Elementen 385
Diuretika 436
Diuretin $C_7H_7N_4O_2Na + C_6H_4(OH)COONa$ (Knoll & Co.) 436
Dividivi 444
*Dörrofen (1557) 88
Doppelcyanüre (Bunsen) 305
Drehung, elektromagnetische der Polarisationsebene 349. 388
Dualin $C_3H_5(NO_3)_3$ (Sprengstoff) 457
Dualismus (Berzelius) 276
Dünger, Industrie des künstlichen 421. 423
— künstlicher (Liebig) 314. 421
Dulong-Petit'scher Satz (Atomgewichte fester Elemente) 280. 281. 286. 383
Dynamische Hypothese (Bischoff) 352
Dynamit $C_3H_5N_3O_9$ (Nobel 1868) 457. 459. 460

Eau de Javelle (Bleichpräparat) (Berthollet) 421
Edelsteine, künstliche (Porta) 155
Effervescenz (Aufbrausen, Sylvius) 145
Eisen Fe 56 3. 4. 5. 12. 17. 18. 56. 252. 281. 430
— Bestimmung des (Margueritte 1846) 374
— Gewinnung des 94
Eisenammonium, zitronensaures 431
Eisenchlorid $FeCl_3$ (Glauber) 151. 430
Eisenerden 447
Eisenextrakt, apfelsaurer 431
Eisenhydroxydul FeH_2O_2 (Scheele) 208
Eisenoxyd Fe_2O_3 27. 424
Eisenpräparate 431
Eisentinte 214
Eisenvitriol $FeSO_4$ 27. 139. 430
Eisenzucker (Sieber, Köhler, Körnemann 1868) 431
Eisessig $CH_3CO_2H = 60$ 220
Eiskalorimeter (Bunsen) 306
Eiweiß 166
— Spaltungsprodukte des (Fischer) 355
Eiweißstoffe, pflanzliche 220
— tierische 220
Eiweißmoleküle (Hofmeister 1902) 402
Ekaaluminium Atomgew. 68 (Mendélejeff) 366
Ekabor Atomgew. 44 (Mendélejeff) 366
Ekasilicium Atomgew. 72 (Mendélejeff) 366
Elektrizität (Berzelius) 276
Elektrochemie 384. 385. 421
Elektrochemische Äquivalente (Faraday) 295
Elektrochemische Theorien (Davy, Berzelius) 262. 296. 297. 385
Elektrolyse (Humphry Davy) 263. 385. 388. 390
Elektrolyte (Faraday) 294. 389
— schmelzflüssige (R. Lorenz) 385
Elektrolytische Bestimmung von Metallen (Faraday) 294
Elektrolytisches Gesetz (Faraday 1834) 293
Elektromagnetismus (Faraday 1821) 294
Elektrometallurgie 306. 409
Elektrum (Legierung von Gold und Silber) 99

Element, Begriff 163. 164. 209
Elemente, alchimistische 47. 56. 103. 209
— iatrochemische 83. 123. 133. 147
— nach Boyle 163. 233
— determinierende (Richter) 248
— (Lavoisier) 209
— (Morveau) 235
— Natur der (L. v. Meyer) 365
— phlogistische 168. 209. 218
— Zweijochungssystem 33
Elementenlehre (Empedokles, Aristoteles) 31. 32. 47. 56. 83
Emaille 155
Emanium, Träger der Strahlungsenergie 397
Engelprozeß 421
Energie, elektrische (Nernst) 385
Enzyme 401
Eosinfarbstoffe (Baeyer u. Caro) 353. 446
Erhaltung des Stoffes (Lavoisier) 229
Ernährung der Pflanzen und Tiere 401
Erukasäure $C_{22}H_{42}O_2$ 352
Essig (Glauber) 140
Essigäther $C_4H_8O_2$ 220
Essigsäure $C_2H_4O_2$ 28. 140. 152. 180. 220. 323. 335. 342
Ester, zusammengesetzter Äther (Basilius Valentinus) 107
Etablissements, chemisch-industrielle 414. 415. 418. 421
Eucalyptol $C_{10}H_{18}O$ 466
Eucaseïn 437
Euchinin $C_2H_5CO_3 . C_{20}H_{23}N_2O$ 433
Eugenol $C_6H_3 — C_3H_5 (1) — OCH_3 (3) — — OH (4)$ 466
Europium (Eu 152) 363
Explosivkörper 392
Extraktion (Paracelsus) 84. 154

Fachliteratur, chemische 406
Färberei 25. 27. 140. 155. 189. 194
Farbstoffe, grüne (O. Fischer u. Döbner 1877) 355
— mineralische 27. 140
— organische 355
— Synthese der 217. 354. 355
— vegetabilische 140
Farsenol 466
Fäulnisprozesse 403
Fayence (Steingut, Palissy) 155
Fermente, organische 252
Ferran 431
Ferratin 431
Ferricyankalium $K_3Fe(CN)_6$ 358
Ferripyrin 435
Ferrosulfat 430
Ferrum carbonicum saccharatum (Blance und Vallet) 431
Ferrum et Natrium pyrophosphoricum 431
Ferrum oxydatum dialysatum (Graham 1861) 431
Fettsäuren $C_n H_{2n} O_2$ 153. 266. 334
— Konstitution (Tachenius und Kolbe 1858) 153. 334
— zyklische (Kunz, Krause) 401
Feuerluft (Sauerstoff, Scheele) 208
Filtriervorrichtungen 56
Flammen, Theorie der leuchtenden (Bunte) 378
Flammengase, galvanische Leitung der (Arrhenius) 389
Flammenreaktionen (Bunsen) 370
Fleisch, Zusammensetzung d. (Liebig und seine Schüler) 402
Fleischextrakt, Liebig 315. 437
Flos succini (Bernsteinsalz $C_4H_6O_4$) (Libavius und Croll) 153
Fluidum (Lavoisier) 229
Fluor F 19,0 363
— Isolierung des (Moissan) 393
Fluoren $C_{13}H_{10}$ 345
Fluorsilicium (Priestley) 207
Flußsäure (Berzelius 1823) 273
Formaldehyd CH_2O (Baeyer) 401
Frischstahl 18
Fruchtzucker $C_6H_{12}O_6$, Synthese (E. Fischer) 355
Fuchsin $C_{20}H_{21}N_3O$ (Verguin und Rénard) 445
Fumarsäure $C_4H_4O_4$ (Kekulé) 330. 350. 352
*Fünfkugelapparat (Liebig) 313
Furfuran C_4H_4O 346

Gärung (Sylvius) 145. 266. 351
Gärungsprozess 351. 403
Gärungssäuren 350
Gärungstheorien 351
Gadolinium Gd. 156 362
Galläpfel 444
Galläpfeltinktur (Gallustinktur, Tachenius) 147
Galleïn (1878) 440
Gallium Ga 69,8 (Lecoq de Boisbaudran) 366
Galloflavin (1886) 440
Gallussäure $C_7H_6O_5$ 153. 440
Galmei (Marggraf) 216. 219
Galvanismus (Berzelius und Hisinger 1803) 274
Galvanoplastik (Liebig) 313
*Garherd 88
Gasanalyse 376. 377
— qualitative (Winkler) 377
— quantitative 377
— technische 377
Gase, Chemie der im phlogistischen Zeitalter 197. 198. 201
Gashydrate (Roozeboom) 387
Gas pingue (Grubengas, van Helmont) 134
Gaspipette (Hempel) 373
Gas sylvester (Kohlensäure, van Helmont) 134. 197
Gastheorie, kinetische (Krönig, Clausius 1857, Maxwell) 382
Gay Lussac'sche Theorie 278
Gefrierpunktserniedrigungen (Hans Jahn) 388
Gelatine (Proust) 252
Gelbholz (organischer Farbstoff) 444
Geranylacetat 466
Germanium Ge 72. 32 (Cl. Winkler 1886) 363. 366. 377
Gesetz der Bestimmung der elektrochemischen Äquivalente (Faraday) 294. 295
— der fixen elektrolytischen Aktionen (Faraday) 294
— der multiplen Proportionen (W. X. Wollaston) 261. 273
— der Partialdrucke (Dalton) 259
Gesetz der Proportionalität (Richter) 249
— der Verwandtschaft (Proust) 251
— von der Erhaltung der Kraft (Mohr) 376
Gewerbestatistik, Deutsche 415
Gewicht, spezifisches 207. 209
Gifte 54
Gips 150. 215
Glas, Darstellung 13. 25. 26. 140. 155. 217. 218
Glaser's sal polychrestum 221
Glasfabrikation 172
Glasstabklemme (Mohr) 375
Glaubersalz Na_2SO_4 (Glauber) 193
Gleichgewicht, chemisches 399
Glonoin $C_3H_5N_3O_9$ (Nobels Sprengöl) 457
Glukoside 401
Glycerin $C_3H_8O_3$ (von Scheele 1779, Chevreul, Pélouze, Berthelot-Redtenbacher) 220. 351. 456. 457
Glycerinerde (Vauquelin 1799) 246
Glyceryl C_4H_5 auch C_3H_5O 339
Glyzerophosphate 428
Glykol $C_3H_6O_2$ (Wurtz) 327. 339. 342
Glykolsäure $C_2H_4O_3$ (Kolbe) 334
Gold Au 195,7 3. 4. 5. 6. 7. 37. 252. 281. 363
Goldcyanid Au CN (Blomstrand) 344
Goldkalk 173
Goldpurpur (Cassius) 467
Goldschwefel Sb_2S_5 429
Gold, trinkbares 53. 139
Goldtropfen (Lamottes) 221
Gradverwandtschaft (Couper) 342
Graphit 449
Großindustrie, anorganische 408. 417
Grubengas 134
Grünspan 27. 424
Grundstoffe, chemische 168
Guajakholz (Fernandez de Oviedo 1514) 79
Guajakolderivate (Guajacol $C_7H_8O_2$) 437
Guano 463

Hämatin $C_{34}H_{35}FeN_4O_5$ (Küster, Nencki) 402
Hämatogen 431
Hämatoninon (Pettenkofer) 364
Hämatoporphyrin (Küster, Nencki) 402

Hämatoxylin $C_{16}H_{14}C_6$, Synthese 354
Hämin (salzsaures Hämatin) Küster, Nencki) 402
Hämoglobin (Blutfarbstoff, C. Schmidt) 402
Harnsäure $C_5H_4N_4O_3$ 220
— Synthese der (Scheele) 220
Harnstoff CH_4N_2O (Vauquelin und Fourcroy 1799) 242. 252. 353. 402
Heilmittel der Alchimisten 53
— der Alten 25. 27
— der Iatrochemiker 83. 84. 149. 150. 152. 154
— der neueren Zeit 424
Heliographie (Talbot, Niêpce) 395
Heliotropin $C_8H_6O_3$ 466
Heliotypie (Obernetter) 395
Helium He 4,0 (Ramsay) 363
Hexachlorbenzol (C. Th. Liebermann) 356
Hexamethin (Kekulé) 330
Hippursäure $C_9H_9NO_3$ Synthese der 354 402
Hochschullehrer, bedeutende 406
Hoffmanns Tropfen $C_4H_{10}O$ (Friedrich Hoffmann) 154. 185. 220. 221
Höllenstein $AgNO_3$ (Silbernitrat, Albertus Magnus und Georg Agricola) 92. 145. 151. 429
Holzgeist CH_4O (Dumas und Péligot) 322
Holzsäure $C_2H_4O_2 = CH_3 . CO . OH$ (Vauquelin und Fourcroy 1850) 242
Holzstoff 457
Hydrargyrum bichloratum $HgCl_2$ 430
— bichloratum corrosivum 430
— jodatum flavum Hg_2J_2 430
Hydrazone (Azone, Hantzsch) 357
Hydride (Moissan) 394
Hydrochinon $C_6H_6O_2$ 356. 434
Hydroxylamin $NH_2 . OH$ (Lossen) 355. 359
— als spezifisches Reagens (E. Fischer und V. Meyer) 355
Hyoscyamin $C_{17}H_{23}NO_3$ (Geiger u. Hesse) 437
Hypnal $C_{11}H_{12}N_2O . CCl_3CH(OH)_2$ (Höchst) 435
Hypothese, atomistische (Dalton) 248
Indigo $C_{26}H_{31}NO_{17}$, natürlicher 156. 323. 409. 439. 441
— rein BASF 442. 443
Indigoblau $C_{16}H_{10}N_2O_2$ (Baeyer) 353. 354. 442.
Indium In 115 (Reich und Richter 1863) 363
Indol $C_6H_4<^{CH}_{NH}>CH$ (Bayer) 353
Industrie, die deutsche chemische 408
— chemische in England 408
— chemische in Frankreich 408
— der Fette und Öle 453. 457
— der künstl. Düngemittel 462. 464
— der künstl. Farbstoffe 408. 438. 451
— der künstl. Riechstoffe 465. 466. 467
— der Präparate 408. 424
— der Sprengstoffe und Zündwaren 457
— der Teerprodukte 451
— keramische 155
Industriegase 377
Inflammable air (Wasserstoff, Cavendish) 198
Ionen, Farbe der (Ostwald) 386. 466
Ionenwanderung (Hittorf) 390
Ionon $C_{13}H_{20}O$ 465
Iridium Ir 193,0 (Vauquelin 1813—1814) 241
Iron $C_{13}H_{20}O$ 466
Isatin $C_{16}H_{10}N_2O_4$ 349. 353
Isatosäure $C_6H_4<^{CO}_{NCO_2H}$ (Kolbe) 335
Isochinolin C_9H_7N (Claus und Bamberger) 346. 357
Isodiazoverbindungen (E. Bamberger) 357
Isokrotonsäure $CH_2 : CH . CH_2 . CO_2H$ (Wislicenus) 350. 352
Isomerie (Berzelius) 274. 347. 353
Isomerie der Cyan- und Knallsäure (Liebig) 312
— geometrische (Wislicenus) 350. 352
— strukturchemische Deutung 347
Isomorphie (Mitscherlich 1821) 283. 284. 286. 289, 361
— der Fluorsilikate mit den Fluorstannaten (Marignac) 361

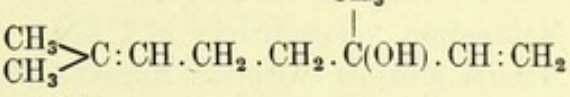
Isomorphismus (Mitscherlich) 280
— Verwertung des (Berzelius) 280
Isophtalsäure $C_6H_4(CO_2H)_2$ (Baeyer) 348
Isopropylkarbinol 347
Isopyrazolon (Knorr) 357

Jahrbücher der Chemie 478
Jahresberichte der Chemie 478
Jasmin 466
Jod J 126,85 (Gay Lussac) 268. 362. 375. 423. 427
— als Element 363
Jodderivate 403
Jodgrün (Hofmann 1862) 446
Jodid 429
Jodlösung (Lugols und Bunsen) 374
Jodviolett (Hofmann 1862) 446
Jodwässer 426
Jodwasserstoff HJ 358
Journale, chemische in Deutschland 471
— chemische in England 478
— chemische in Frankreich 478

Kadmium Cd 112,4 362
Käse 252
Käseoxyd $C_6H_{13}NO_2$ (Leucin, Proust 1818) 252
Käsesäure 252
Kaïrin $C_9H_{10}(C_2H_5)NO \cdot HCl$ (O. Fischer 1881) 355. 434. 435
Kakodylverbindungen (Bunsen) 305. 353
— Konstitution der 337
Kali, chlorsaures $KClO_3$ (Berthollet) 237
— kohlensaures K_2CO_3 (Sylvius) 26. 149
— salpetersaures $K \cdot NO_3$ (Scheele) 204
— schwefelsaures K_2SO_4 (Paracelsus) 149. 221
— übermangansaures $KMnO_4$ (Kaliumpermanganat) 358. 427
Kali-Natron, weinsaures $KNaC_4H_4O_6 + 4H_2O$ (Seignettesalz, Seignette) 152
Kalium K 39,15 (Davy 1807) 362. 426. 427
— sulfuratum 427
Kaliumamid NH_2K (Gay-Lussac und Thénard) 270
Kalk, salpetersaurer 150
Kalkerde CaO (Black) 197
Kalorimetrie (Favre und Silbermann) 390
„Kaltes Feuer" (Phosphor, Brand) 438
Kampfersäure $C_{10}H_{16}O_4$ (Bouillon de la Grange 1797) 241. 242
Kapillarität (J. Traube) 368
Karbodiimide (Hantzsch) 357
Karbolsäure C_6H_6O (Laurent) 325. 434.
Karbonat 427. 429
Karbostyril $C_9H_6(OH)N$ 349
Kathodenstrahlen (Hittorf) 396
Kaustizität (Black) 197
Keramik 216
Kermes minerale (Glauber) 150. 221. 444
Ketonalkohole 355
Ketone, fett aromatische (Claus) 345
Ketosen (E. Fischer) 355
Ketoxime (V. Meyer) 347
Kienruß 27
Kieselerde SiO_2 (van Helmont) 134
Kindernahrung (Liebig) 315
Kirchhoff'sches Gesetz 307
Kleber 252
Knallgold $Au_2O_3 \cdot 4NH_3$ (Angelus Sala) 125
Knallsäure $C_2H_2N_2O_2$ (Liebig) 269. 311
Knochenmehl 464
Knoppern 444
Kobalt Co 59,0 (Brandt 1742) 218. 219. 252. 281. 407
Kobaltblau (Christoph Schürer) 155
Kochsalz NaCl 24
Kodeïn $C_{18}H_{21}NO_3$ (Robiquet 1832) 437
Königsgelb 447
Königswasser $1\,HNO_3 + 4\,HCl$ (Salpetersalzsäure, Angelus Sala) 125. 151. 424
Koffeïn $C_8H_{10}N_4O_2 + H_2O$ 436
Kohlenhydrate (E. Fischer) 354
Kohlenoxyd CO (Priestley) 201
Kohlensäure H_2CO_3 (Cavendish) 134. 196. 198. 200. 229. 427
Kohlensäure, Theorie (Kolbe) 340
— Zusammensetzung der (Lavoisier) 340
Kohlenstoff C 12,00 (Lavoisier 1780) 330. 340. 362
— asymmetrischer (Baeyer) 352
— Bestimmung des 342. 347

Kohlenstoffatome (V. Meyer und Riecke) 352
Kohlenstoffgruppe der Elemente 360
Kohlenwasserstoffe, aromatische 331
Kollodium $HNO_3 + H_2SO_4$ (Schönbein) 459
Kondensation der Aldehyde (Claisen) 358
— Synthese durch (Kolbe) 354
Kongorot (Bötticher) 442
$[C_6H_4 — N_2 — C_{10}H_5(NH_2)SO_3Na]_2$
Koniin $C_8H_{17}N$ (Giesecke 1827) 437
Koordinatensystem 366
Konstanten, physikalische (Mendelejeff) 365
Konstitution, chemische (Berzelius) 358. 385
— Methode zur Ermittelung der 356. 357. 358
Kontaktverfahren (R. Knietsch 1831) 418
Korallin NH_3 (Kolbe) 335
Krappfarbstoff 27. 441
Krapppflanze (Rubia tinctorum) 440
Krapprot 439
Kreosot 437
Kresole $C_6H_3(CH_3)OH$ homologe 403
Krotonsäure $C_4H_6O_2$. *a*-$C.CH_3 . CH . CO_2H$ (Wislicenus) 350. 352
Kryolithindustrie (J. Thomson 1853) 391
Krypton Kr 81,8 (Ramsay) 363
Kristallisieren (Raymundus Lullus) 56
Krystallographie (Mitscherlich) 283
Kupfer Cu 63,6 3. 4. 11. 12. 13. 81. 252. 281. 429
Kupfer, zitronensaures 429
Kupferchlorür Cu_2Cl_2 424
Kupferfarben 448
Kupfergewinnung 87
Kupferlasur $Cu_3C_2O_7 + H_2O$ 13
Kupferoxyd CuO 12. 379
Kupferoxydul Cu_2O 12
Kupferspiritus $(C_2H_3O_2)_2Cu + H_2O$ (Radikalessig) 152
Kuppelationsverfahren 7

Laboratorien, Einrichtung von 81. 82. 98
Lac-Dye (Lack-Lack; Färberlack) 444
Lanolin (Wollfett, schon bei den Alten bekannt) 28
Lanthan La 138,9 (von Mosander 1839 entdeckt und von Marignac erforscht) 361
Lapis infernalis mitigatus (Höllenstein) 429
Laugensalz $CO_2NH_2NH_4 + HCO_3NH_4$ 125. 146. 150
Lebensluft (Sauerstoff, Scheele) 208
Lebenswasser (aqua vitae) 153
Leblancprozeß 420. 421
Leblancsoda 419. 420. 421
Lecithin (Protagon) $C_3H_5(C_n H_{2n-1}O)_2 . O . PO . (OH) . O . C_2H_4 . N(CH_3)_3 . OH$ 428
Leitfähigkeit, elektrische, der organischen Säuren (Ostwald) 349. 386
Leuchtgas (Frankland) 336. 451
Leuchtgas aus Holz (Pettenkofer) 364
Linalylacetat $C_{10}H_{17} . C_2H_2O_2$ 466
Linalool



466
Liquor anodinus Hoffmanni (Hoffmanns Tropfen, Friedr. Hoffmann) 185
Liquor fumans Boylii (Rob. Boyle) 166
Literatur, chemische, in Deutschland 471
— — in England 478
— — in Frankreich 478
Lithium Li 7,03 (1817 von Arfvedson entdeckt und von Davy zuerst dargestellt) 426
Lithofraktur (Sprengstoff) 457
Lithopone (Gemisch von ZnS mit $BaSO_4$ und ZnO) 447
Lötrohr (Cronstedt) 215. 273. 370
Luft, atmosphärische, Zusammensetzung der (Lavoisier) 207
— dephlogistisierte (Priestley) 208
— fixe (Black) 197. 230
— Zusammensetzung der (Robert Boyle) 164
Lutidin C_7H_9N (Hantzsch) 357
Lyddit $C_6H_2(NO_2)_3OH$ (geschmolzene Pikrinsäure) 446

Magensaft, Untersuchung des 402
Magnesia alba $3(MgCO_3)$ 197. 219. 221
— nigra MnO_2 (Braunstein, Scheele) 205
— schwefelsaure $MgSO_4$ (sal anglicum) 221
Magnesium Mg 24,36 (Bunsen) 306. 427
Magnesiumbicarbonat $Mg(HCO_3)_2$ 421
Magneteisenstein 17
Malachit (Kupfergrün, bei den Alten bekannt; Grandhomme) 13
Maleïnsäure $C_4H_4O_4$ (Kekulé) 330. 350. 352
Malfarben, mineralische (im Altertume) 27
Malonsäure $C_3H_4O_4$ 334. 386
Mandelöl (schon im Altertum bekannt) 28
Mangan Mn 55,0 (Gahn 1774) 205. 218. 407
Mangansäure MnH_2O_4 (Mitscherlich) 283
Mangansalze 219
Marcetin (entgiftetes Antifebrin, Elberfelder Farbenfabriken) 436
Maßanalyse, volumetrische 373. 374
Materia proxima (Albertus Magnus) 47
Materie, strahlende (Crookes 1879) 390
Mauveïn $(C_{27}H_{25}N_4)_2SO_4$ (Perkin 1856) 445
Melinit (Gelberde, Borlinetto) 460
Mennig Pb_3O_4 14. 15. 27. 424. 447
Menthol $C_{10}H_{19}OH$ 466
Mercurius philosophorum (Stein der Weisen) 38
Mergel als Zusatz zum Dünger (Palissy) 156
Mesakonsäure $C_5H_6O_4$ 350
Mesitylen C_9H_{12} (Konstitution von Baeyer) 348
Metaarsensäureanilid $C_6H_5NHAsO_2$ 428
Metakresolwismuth 429
Metalepsie (Dumas) 323
Metallkalke 209
Metallsalze, Ionenwirkungen (Pauli) 426
Metallurgie, Förderung der (Agricola) 86. 154
— im phlogistischen Zeitalter 165
Metallverbindungen, explosive (Howard und Brugnatelli) 317
Metallverwandlung, Lehre von der 42. 48. 50. 124. 233. 146. 154
Metamerie (Berzelius) 274
Metamorphosen der chemischen Verbindungen 339
Methan CH_4 (Dalton) 255. 355
Methin $(CH)'''$ (Körner) 346
Methode, analytische auf nassem Wege (Marggraf) 189
Methyläthylkarbinol 347. 348
Methylamin, salzsaures CH_5N, HCl (Wurtz 1848) 326
Methyloxychinizin 434
Methylpropyloxyd 347
Methylviolett (Lauth 1861) 446
Migränin (Antipyrinum coffeïno-citricum) 435
Mikroskop (Marggraf) 189
Milch, Bestandteile der (Chevreul, Heintz, Lerch) 402
Milchsäure $C_3H_6O_3$ (Vauquelin und Fourcroy 1806) 242. 334
Milchzucker $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ 220
Mineralchemie (Berzelius) 299
— (Blömstrand) 344
Mineralfarben 27. 140. 447
— künstliche 447
Mineralien, Analyse von (Vauquelin) 241. 273. 370. 371
— chemisches System der (Berzelius u. a.) 273. 299
— Nomenklatur der (Berzelius) 299. 300. 301
Mineralquellen, Analyse von (Berzelius 1822) 185. 371
Mineralsäuren (Glauber) 139. 221. 273. 372
Mineralturpeth $HgSO_4 + 2\,HgO$ (Paracelsus) 151
Molekül, Präzisierung des Begriffs (Laurent) 325
Molekulargewicht, Bestimmung durch Dampfdichten 344. 384
— Bestimmung in Lösungen 344
Molekulargröße von Ozon 385
Molekularwärmen (Stohmann) 393
Molekularzusammensetzung der Flüssigkeiten 293

Molybdän Mo 96,0 363
Molybdänsäure MoO_3 (Scheele) 219
Moos, isländisches (Proust) 252
Morphin (Morphium) $C_{17}H_{19}NO_3 + H_2O$ (Serthürner 1806) 357. 431. 437
Moschus (Bisam) 466
Musivgold (Zinndisulfid) SnS_2 (Scheele) 217
Myronsäure $C_{10}H_{19}NS_2O_{10}$ 401

Naphtalin $C_{10}H_8$ (Laurent) 325. 345. 348. 452
Naphtolwismut $Bi_2O_2(OH).(C_{10}H_7O)$ (Orphol, Arzneimittel) 429
Narceïn $C_{23}H_{26}NO_2$ (Pelletier 1832) 437
Narkotin $C_{22}H_{23}NO_7$ (Robiquet 1817) 437
Natrium Na 23,05 (Davy 1807) 358. 361. 426. 427
Natriumäthylat C_2H_5ONa (Williamson-Kay) 339
Natriumferriphosphat (Fleischmann-Henneberg 1848) 430
Natriumperoxyd Na_2O_2 358
Natrium, schwefelsaures Na_2SO_4 (Glaubersalz) (Glauber) 139
Natronsalpeter $NaNO_3$ (Chilisalpeter) 423
Neon Ne 20 (Ramsay) 363
Nerol $C_{10}H_{17}.OH$ 466
Nerolin $C_{10}H_7.O.CH_3$ 466
Neroliöl (Orangenblütenöl) (Hesse) 466
Neudynamit (Sprengstoff) 457. 460
Neugelb
$C_6H_4SO_3H.N_2 — C_6H_4 — NH.C_6H_5$
(Flavaurin; Bleifarbe) 447
Nickel Ni 58.7 (Cronstedt 1750) 218. 219. 252. 281. 407
Nikotin $C_{10}H_{14}N_2$ (Posselt und Reimann 1828) 408. 431. 437
Niob Nb 94 (Marignac) 361
Niobeöl (Benzoësäuremethylester) 466
Nitro aëreus (Sauerstoff) (Mayow) 229
Nitroamylum (Schönbein) 459
Nitrobenzol $C_6H_5.NO_2$ 466
Nitroglycerin $C_3H_5N_3O_9$ (A. Sobrero) 457. 459
Nitromethan CH_3NO_2 (Kolbe) 335
Nitrosaccharin (Schönbein) 459
Nomenklatur, chemische (Lavoisier) 233. 234. (Berzelius) 277. 297
Nukleïne 428

Oehorit (Cer) Klaproth 1803) 245
Öle, ätherische 28. 220. 304. 424
Ölsüß $C_3H_8O_3$ (Scheele) 220. 456
Ofen, elektrischer (Moissan) 394
Oleum vitrioli dulce verum (Äther) (Valerius Cordus) 154
Olivenöl 28
Opium (Serthürner) 437
Opodeldok 427
Orseille $C_{14}H_{13}NO_4$ 27. 444
Osmium Os 191 (Tennaut 1803) 241
Oxalsäure $C_2H_2O_4$ 220. 260. 342
— Synthese der $C_2H_2O_4$ 354
Oxalursäure $C_3H_4N_2O_4$ 22
Oxime (Hantzsch) 357
Oxindol C_8H_7NO 349. 353
Oxydation, Begriff der (Stahl) 180
Oxydationsstufen der Metalle (Scheele) 205
Oxyhämoglobin 402
Oxykrotonsäure 348
Ozon O_3 (Schönbein 1839) 358. 361. 459

Paarlinge (Frankland) 333. 334. 336. 337
Paleïn 457
Palladium Pd 106 (Wollaston 1803) 241. 363
Pankreon (Chemische Fabrik „Rhenania", Aachen) 438
Paramilchsäure $C_3H_6O_2$ 350
Paraoxybenzoësäure 335
Pariserblau $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ 447
Pariserrot Pb_3O_4 447
Pasteurisieren (Pasteur) 351
Pechblende (Klaproth) 245. 396
Pentasulfid 429
Pepsin 402
Peptone 437
Perioden, kurze 366
— lange 366
Permanentweiß $BaSO_4$ 447
Persio (Orseille) 444

Persulfate 358
Pflanzenbasen 357
Pharmazie 204. 403
Phasenregel (W. Gibbs) 387
Phenacetin $C_6H_4(O.C_2H_5).NH.C_2H_3O$ 403. 436
Phenanthren $C_{14}H_{10}$ 345
Phenole (Hydroxylderivate) 402. 434
Phenol-Homologe 452
Phenolwismut $Bi(OH)_2(C_6H_5O)$ 429
Phenylderivate 355
Phenylhydrazin $C_6H_8N_2$ 435
Phlogistisierte Luft (Stickstoff) 158
Phlogiston 159. 177. 180
— als Element 211
Phlogiston-Hypothese 179. 180. 205. 245. 247
Phlogistontheorie 178. 186. 188. 195. 197. 201. 206. 209. 223. 224. 247
Phloridzin $C_{21}O_{24}H_{10} + 2H_2O$ (Stas) 361
Phloroglucin $C_6H_6O_3$, Tautomerie d. 348
Phosphor P 31,0 (Brand 1669) 52. 166. 172. 208. 230. 270. 407. 428
— als Element 218. 224. 270
— Umwandlungsprodukte des (Lavoisier 1774) 428
Phosphorbasen (Cahours) 304
Phosphoreszenzspektren (Crookes) 369
Phosphoroxyfluorid (Moissan) 393
Phosphorsalze (Lavoisier 1777) 428
Phosphorsäure H_3PO_4 (Marggraf) 189. 219. 427. 464
Phosphorsuperchlorid PCl_5 (Cahours) 304
Phosphorwasserstoffgas PH_3 (Davy) 265
Phosphorzündhölzer (Kammerer 1833) 461
Photochemie (Scheele) 306. 394. 396
Photographie, Geschichtliches 305. 423
— farbige (Lippmann, Miethe, König) 395
Photolithographie 395
Phototypie 395
Phtaleïne (Baeyer) 353
Phtalsäure $C_6H_4(CO_2H)_2$ (Gräbe) 348. 446
Physiologie 399
Phytin 428
Phytochemie 401
Pikrinsäure $C_6H_2(NO_2)_3OH$ 220. 438. 446
Pikromel (angeblicher Gallenbestandteil) 267
Piperidin $C_5H_{11}N$ 346
Piperonal $C_8H_6O_3$ 466
Pipette (Mohr) 375
Platin Pt 192,2 (Watson 1750) 218. 219. 241. 281. 363. 407
Platincyanide (Blomstrand) 344
Platinmetalle 273
Polarisation (Hans Jahn) 388
Polymerie 274
Ponceaurot $C_6H_3(CH_3)_2-N_2-C_{10}H_4(OH)(SO_3.Na)_2$ 446
Porzellan (Pott, Réaumur, Macquers) 190. 194. 216
Potasche 26. 421
Potentialdifferenzen, galvanische (Ostwald) 386
Präparate, anorganische 425
— chemische (Vauquelin) 240
Präzipitat (Quecksilberoxyd) 151
Prismenformeln (Ladenburg) 345
Probierkunst 154
Probieröfen 97
Proportionen, chemische (Berzelius 1819) 273. 280. 296
— — (Richter) 247. 248
— konstante (Proust) 242. 370
— multiple (Berzelius) 255. 273
Propyl 339
Propylalkohol, sekundärer C_3H_8O (Friedel 1862) 334
Propylamin $C_3H_7NH_2$ 347
Propylkarbinol 347. 348
Protyl (Crookes) 369
Prout'sche Hypothese 270. 271
Prüfungsmethoden, chemisch-techn. 379
Pseudojonen 466
Pseudomorphin $C_{17}H_{49}NO_4 + 4H_2O$ (Pelletier und Thibouméry 1835) 437
Ptyalin 402
Pulver, rauchloses (Vieille 1886) 460
Pulverfabrikation 225
Pulvis angelicus (Algarotpulver) 150
Puringruppe 436
Purpur 27. 439

Purpurin, Synthese des 354
Pyramidon
$C_{11}H_{11}N_2O \cdot N<^{CH_3}_{CH_3}$ 432. 436
Pyrazolin $C_{11}H_{12}N_2O$ 354
Pyridin C_5H_5N (Kekulé) 330. 346. 452
— Konstitution des (Königs) 346. 356
Pyridinbasen 348
Pyridinkarbonsäuren 348
Pyrophosphor (Homberg) 171
Pyrrol C_4H_5N 346

Quebracho 444
Quecksilber Hg 200,3 4. 19. 20. 38. 49. 81. 104. 213. 252. 430
— als Element 363
Quecksilberammoniumchlorid ($HgNH_2Cl$) 430
Quecksilberchlorid $HgCl_2$ 139. 430
Quecksilberchlorür Hg_2Cl_2 212
Quecksilbergewinnung 88. 89. 90
Quecksilberjodür, gelb Hg_2J_2 430
Quecksilberoxyd HgO 208. 430
Quecksilberoxydul, gerbsaures Hg_2O 430
Quecksilberpflaster 430
Quecksilberpräparate 145
Quecksilbersalbe (Arnaldus Villanovanus) 53. 430
Quecksilbersublimat $HgCl_2$ 169
Quecksilberverbindungen 151
Quellwässer 425. 426
Quetschhahn (Mohr) 375
Quinta essentia 34. 64. 83
Quintessenz 152

Radikale, Chemie der zusammengesetzten 302
Radikalisomerie 302
Radikaltheorie, ältere 302
— neuere 303. 305. 313. 332. 333
— Verschmelzung der älteren R. mit der Typentheorie (Laurent und Gerhardt) 325. 326. 327
Radioaktivität (Becquerel) 385. 396. 397
Radioaktivität an Thoriumverbindungen (Schmidt) 397
Radioblei 397
Radiotellur 397
Radium Ra 225, Träger der Strahlungsenergie (Curie) 397
Rapport (Affinität, Geoffroy) 212
Reagenzien, Einführung von (Tachenius) 152. 165. 214. 215
Reaktion, chemische 164
Reaktionsgeschwindigkeit (Wilhelmy) 399
Reduktion, Begriff der (Stahl) 180
Refraktion 349
Resina cupri Boylii Cu_2Cl_2 (Kupferchlorür; Boyle) 166
Resoflavin (1897) 440
Resorcin $C_6H_6O_2$ 434
Respiration 145
Reverberieröfen 81
Reuniol 466
Rhodamin R. B., $C_{28}H_{31} \cdot O_3NCl$ (1887) 446
Rodinal $C_6H_4(OH)NH_2 \cdot HCl$ 466
Rhodium Rh 103,0 (Wollaston 1804) 241
Ricinusöl 28
Riechstoffe, künstliche 446
— synthetische 409
Rohrzucker $C_6H_{12}O_6$ 189
Rosanilin $C_{20}H_{21}N_3O$ (E. und O. Fischer) 355
Rosenöl 466
Rosmarinöl (Villanovanus) 53
Rotholz 444
Rubidium Rb 85,4 (Bunsen und Kirchhoff) 305. 363
Rubinglas 154. 217. 407

Saccharin $C_6H_4<^{CO}_{SO_2}>NH$ 408
Säureindustrie 217
Säuren, Konstitution der (Dulong) 281
— Sättigung der 170
Säure, schweflige SO_2 27. 207
— untersalpetrige 357
Säuerlinge 425
— künstliche 201
Safrol C_6H_3 ($CH_2 \cdot CH : CH_2$ (1), —O— (3), —O>CH_2 (4)) 466
Sal 24

Sal acidum (Fr. Hoffmann) 184
Sal anglicum (schwefelsaure Magnesia) 221
Sal febrifugum Sylvii (Chlorkalium; Sylvius) 149
— mirabile Glauberi Na_2SO_4 (Glaubersalz; Glauber) 139. 149
Salben 27
Salicylsäure $C_7H_6O_3$ (Kolbe) 334. 403. 434
Salicylsäuremethylester $C_6H_4<^{OH\ (1)}_{COOCH_3\ (2)}$ 466
Salmiak NH_4Cl (Angelus Sala) 125. 150
Salpeter KNO_3 24. 26. 27. 125. 140. 165. 424
Salpeteräther $C_2H_5.O.NO$ (Kunkel) 172. 220
Salpetergewinnung 95. 140. 225. 235. 237
Salpeterluft 208
Salpetersäure HNO_3 (Angelus Sala) 6. 125. 139. 149. 198. 220. 424
— Fabrikation der 235. 418. 419
— flüchtige 219
Salpetrige Säure HNO_2 219. 357
Salz, Darkauer 426
— Franzensbader Moor- 426
— Haller Jod- 426
— Präzisierung des Begriffs 147. 194. 211
— Sablaczer 426
Salzäther (Scheele) 220
Salze, basische 212
— knallsaure (Liebig) 312
— neutrale 212
— phosphorsaure (Mitscherlich 1821) 284
— saure 212
— Untersuchung über die (Mitscherlich) 284. 285
Salzgewinnung 91
Salzsäure HCl (Glauber gewann sie aus Natriumchlorid u. H_2SO_4 und Priestley stellte sie 1772 in reinem Zustande dar; Davy bewies 1810, daß Salzsäure aus H und Cl besteht) 149. 150. 218. 424
Samarium Sm 150 363
Sandbad 81
Santonin $C_{15}H_{18}O_3$ (Cannizzaro) 344
Saphir 155
Sapo calinus 427
— medicinalis 427
— venetus 427
Sauerkleesalz 152
Sauerstoff O 16,000, Entdeckung (Priestley 1774) 200. 201. 204. 207. 208. 215
— Atomgewicht 296. 297
Sauerstoffgesetz (Berzelius) 296
Sauerstoffproportionen (Berzelius) 282
Sauerstoffverbindungen der Metalle 277
Scandium Sc 44,1 (Nilson) 366
Scheidewasser 48. 98. 407. 424
Schießpulver 149
Schilddrüsenpräparate 438
Schleimsäure $C_6H_{10}O_8$ (Scheele) 220
Schmelzöfen 93
Schminke, altägyptische 14. 424
— (Agricola) 151
Schminkweiß (basisch-salpetersaures Wismut) 219
Schwefel als Element S 32,06 (Lavoisier) 224. 270. 281. 362. 427
— im Altertume 21. 22
— im alchemistischen Zeitalter 49
— im iatrochemischen Zeitalter 146
Schwefeläthyl $(C_2H_5)_2S$ (Cahours) 304
Schwefelalkalien 427
Schwefelantimon Sb_2S_3 (Glauber) 21. 27. 139
Schwefelarsenik As_2S_3 (Roger Baco) 52
Schwefelblei PbS (Grundlage der altägypt. Schminke „mesdem") 27
Schwefeldioxyd SO_2 (Roozeboom) 387
Schwefelfarbstoffe 444
Schwefelkohlenstoff CS_2 (Berzelius und Marcet 1813) 274
Schwefelkupfer (Agricola) 87
Schwefelleber (Glauber) 140. 181
Schwefelsäure H_2SO_4 6. 125. 149. 208. 407. 414. 424
— Fabrikation 217. 413. 418
— rauchende, Fabrikation 217. 377
Schwefeltrioxyd SO_3 (Winkler 1875) 418
Schwefelwasserstoff H_2S 207. 237

Schweinfurter Grün $Cu(C_2H_3O_2)_2 . 3CuAs_2O_4$ 448
Sedativsalz (Borsäure; Becher) 177
Seife 25. 27
Seifenfabrikation 218. 453. 454. 455. 456
Seigerungsprozeß 100
Seignettesalz, weinsaures Kali-Natron (Seignette) 153
Selen Se 79,2 (Berzelius 1818) 273
Selensäure H_2SeO_4 (Mitscherlich) 283
Selenverbindungen 359
— organische 359
Sicherheitszündhölzer (A. Schrötter 1847) 461
Silber Ag 107,93 3. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 14. 15. 19. 20. 37. 213. 252. 281. 362. 429
— salpetersaures $AgNO_3$ (Albertus Magnus und Georg Agricola) 92. 429
Silbersalze (Sala) 151
Silicium Si 28,4 (Berzelius 1823) 274. 320. 362
Siliciumverbindungen (Ladenburg) 346
Skandium Sc 44,1 (Mendelejeff und Nilson) 363
Skatol C_9H_9N (Baeyer) 354
Smalte 27. 155. 424
Soda 26. 27. 193. 218. 408. 424
— Fabrikation der S. aus Steinsalz 218
Sodaindustrie (Leblanc 1789) 218. 419. 421
Solonanin $C_{42}H_{73}NO_{16}$ (Desfosses 1820) 437
Solutio arsenicalis Fowleri 428
Solvayprozeß 400
Somatose 437
Spaltungsprodukte von Eiweiß (E. Fischer und Kossel) 401
Spektralanalyse (Bunsen und Kirchhoff) 305. 306. 307. 370. 382. 385
Spezifische Wärme (L. v. Meyer) 364
Spiegelfabrikation (Liebig) 313
Spießglanzbutter 429
Spiritus 219
— argenti vivi sublimati (Zinnchlorid; Libavius) 151
Spiritus fumans Libavii (Doppel-Chlorzinn; Libavius) 124. 139. 151
— igno aëreus (Mayow) 168. 207
— Minderi (essigsaures Ammon) (Raymund Minder) 150
— sulfurum (Fr. Hoffmann) 185
— tartari (Destillat von Weinstein; Paracelsus) 153
— vini vitriolatus (Äther; Frobenius 1730) 219
Stärke 28. 401
Stahl, Gewinnung 155. 237
Statistisches und Wirtschaftliches 409. 410. 411. 412. 413. 416. 418. 422. 423. 424. 438. 441. 443. 444. 445. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 458. 460. 462. 463. 464. 467. 468. 469
Stearopten (Kunkel) 172. 188
Stein der Weisen 50. 55. 64. 103. 133. 162
Steinkohlenteer 451. 452
Steinsalz NaCl 193
Stereochemie 352. 354
Stereoisomerie (Bezeichung für die gesamte Tautomerie) 350
Sterilisirungsmethode (Scheele 1782) 211
Stibäthin (Frankland) 338
Stibium sulfuratum aurantiacum Sb_2S_5 429
Stickoxyd NO 207. 208
Stickoxydul N_2O (Davy) 201. 261. 403
Stickstoff N 14,04 (von Scheele isoliert; 1772 von Rutherford als eigentümliches Gas unterschieden) 208. 322. 361. 362. 379
Stickstoffatom (Hantzsch) 352
Stickstoffgruppe, Atomgewichte der Elemente der 363
— Verbindungen der Elemente der 360
Stöchiometrie (Richter) 243. 248. 371. 390
Strahlungsenergie, Träger der 397
Strom, elektrischer (Davy) 263
Strontianerde SrO (Klaproth 1793) 246
Strontium Sr 87,6 362
Struktur, chemische 330
Strukturidentität 350

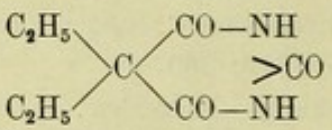
Strukturtheorie (Kekulé und Couper) 341. 345. 350
Strychnin $C_{21}H_{22}N_2O_2$ (Vauquelin 1818, Pelletier und Caventon) 357. 431
Sublimat $HgCl_2$ (de le Boë Sylvius) 145
Sublimation 48. 56. 84. 141
Substitution, Theorie der (Laurent) 316. 322
Süßstoffe, künstliche 446
Sulfon-Azurine 441
Sulfon-Cyanine 441
Sulfur depuratum 427
— praecipitatum 427
Sumach (Gerb- und Farbstoff) 444
Superphosphat H_2SO_4 (Liebig) 423. 464
Surinam Benzoë (Turquet de Mayerne) 153
Symbole, chemische (Dalton-Berzelius) 277
Synthese organischer Körper (Berthelot) 392
— organischer Verbindungen (Baeyer) 354
System, chemisches (Berzelius) 276
— natürliches der Elemente 363. 365
— periodisches der Elemente (Mendelejeff) 365. 366. 367

Tabula smaragdina (Hermes Trismegistos, übersetzt von Hortulanus) 38
Tantal Ta 183 (Berzelius 1824) 274. 361. 363
Tartarus chalybeatus (Brechweinstein; Sala) 153
Tartarus tartarisatus (neutrales weinsaures Kali) 152
Tautomerie (C. Laar) 349. 368
Teerfarbenstammbaum 447
Tellur Te 127,6 (Müller v. Reichenstein 1782) 246. 281. 362
Tellurverbindungen, organische 359
Terbium Tb 17,2 363
Teerfarbenindustrie 328. 445
Teerfarbstoffe 445
Terephtalsäure (Ladenburg) 346
Terpene 352
Terpentinöl 53. 165
Terpineol $C_{10}H_{16} . H_2O$ (Wallach) 466
Terra pinguis (Becher) 176. 178
Thallin $C_9H_{10}N(O . CH_3)$ 434. 435
Thallium Tl 204,1 363
Thebaïn $C_{19}N_{21}O_3$ (Pelletier u. Thibouméry 1835) 437
Theobromin $C_7H_7N_4O_2$ 436
Theozin $C_7H_6N_4N_2$ 436
Thermalwässer 426
Thermochemie 385. 390. 391
Thermodynamik 387
Thermolyse (H. de St. Clair Deville) 382
Thermometer 196
Thomasphosphatmehl 464
Thomasschlackenmehl 423
Thorerde (Berzelius 1828) 273
Thorium Th 232,5 362
Thymol $C_{10}H_{14}O$ 403. 466
Tierchemie (Liebig) 315. 316
Tiglinsäure $C_5H_8O_2$ 352
Tinktorialindustrie 156
Tinte (bei den Alten) 27
Tiophen C_4H_4S (V. Meyer) 346. 347
Titan Ti 48,1 (Klaproth 1795) 245. 320. 363
Titrimetrie (Gay Lussac) 373. 374. 376
Töpferei 26. 155
Tolandichloride 352
Toluol C_7H_8 452
Tonerde 189. 430
Transmutation der Metalle 48. 154
Traubenzucker, Synthese (E. Fischer) 355
Trennung der Metalle 48. 154
Tribenzol 356
Tricalciumphosphat (Liebig) 463
Trichloressigsäure CCl_3CO_2H (Dumas) 322
Trimethylamin C_3H_9N 347
Trimethylkarbinol $(CH_3)_3COH$ 347. 348
Triphenylmethan $C_{19}H_{16}$ 355
Trisulfid 429
Tropäoline 446
Tropfen, englische (Kohlensaures Ammon) 221
Tusche 171. 448.
Tussol $C_{11}H_{12}N_2O . C_8H_8O_3$ (mandelsaures Antipyrin) 435

Typen, Dumas' 323
— Gerhardts 325. 331
Typentheorie, ältere (Dumas) 323. 337. 338
— neuere (Gerhardt, Kekulé, Williamson) 326

Überführungszahlen 388
Ultramarin 446
— künstl. Darstellung 408
Umbelliferon $C_9H_6O_3$, Synthese (v. Pechmann) 354
Universalgeist 171
Universität Athen 45
— Basel 58
— Halle 177
— Heidelberg 58
— Kopenhagen 58
— Krakau 58
— Löwen 58
— Ofen 58
— Oxford 58
— Padua 45
— Paris 45
— Salamanca 45
— Salerno 44
— Upsala 58
Unterricht, chemischer 312. 327. 404. 405. 408
Unterrichtslaboratorium Aachen (1870) 406
— Berlin, technische Hochschule (1879) 406
— Berlin, Universität (1867) 406
— Bonn (1867) 330
— Breslau 406
— Dresden (1875) 406
— Gießen 312
— Göttingen (1885) 327. 388. 406
— Greifswald 406
— Halle (1694) 406
— Heidelberg (1892) 406
— Karlsruhe 406
— Kiel (1880) 406
— Königsberg (1867) 406
— Leipzig (Erdmann 1843) 406
— Marburg (Bunsen 1840) 406
Unterrichtslaboratorium München (1875) 353. 406
— St. Petersburg (1902) 373
— Straßburg (1885) 408
— Wiesbaden 372
Unterschwefelsäure $H_2S_2O_6$ (Liebig u. Welter 1819) 269
Untersuchungs-Methoden, chemisch-technische 379
Uran Ur 240 (Klaproth 1789) 245. 363. 396
Urmaterie, Annahme einer 33
Urophin $Li \cdot C_7H_7N_4O_2 + Li \cdot C_7H_5O_2$ 436

Valenz 338
— der Elemente (Frankland) 336
— konstante und wechselnde 344
Valenzlehre 360
Vanadium V 51,2 (entdeckt 1830 von Sefström) 360. 362
Veilchenriechstoffe 466
Veratrin $C_{37}H_{53}NO_{11}$ (Meissner, Pelletier und Caventou 1818) 437
Verbindung, chemische 35. 134. 163. 203. 211. 218
— chemische (Berzelius) 277. 332
Verbindungen, anorganische 149. 219. 303
— aromatische (Kekulé) 329. 330. 332. 334. 345
— aromatische, Begriff der (V. Meyer) 346
— atomistische (Kekulé) 343
— binäre 235
— Dichte der 382
— organische 152. 219. 303. 334. 353
— tautomere (Wislicenus) 349
— ternäre 236
— ungesättigte (Fittig) 345
Verbindungsgewichte (Dalton) 258
Verbindungsverhältnisse, konstante (Proust) 251
Verbrennung nach Albertus Magnus 49
— nach Boyle 166
— nach Hoffmann 184
— nach Lavoisier 209. 223
— nach Stahl 179. 186
Verbrennungserscheinungen 145. 169. 176. 184. 192. 201

Verbrennungstheorie Lavoisier's 166. 228. 231
Verkalkung der Metalle 183. 184. 192. 209. 217. 223. 228
Veronal

403. 432
Verwandtschaft (Ansichten der Phlogistiker über dieselbe) 192. 203. 212. 213
— chemische (Boyle) 163
Verwandtschaftsgesetz 253
Verwandtschaftslehre Bergmann's 213
— Entwicklung der 385. 386. 398
Verwandtschaftstafeln (Geoffroy) 192. 213. 298*
Vierwertigkeit des Kohlenstoffs (Kekulé) 330. 340. 341. 342. 343
Vitriol $CuSO_4$ 22. 23. 52. 81
Vitriol, Gewinnung des 96
Vitriolsäure 169
Volumgesetz (Erweiterung desselben durch Avogadro) 381
— (Verwertung desselben durch Berzelius) 302
— (Gay-Lussac) 268. 302. 381
Volumtheorie (Berzelius) 289
Vorgänge, osmotische 384
Vulpinsäure $C_{19}H_{14}O_5$, Synthese der 354

Wärme, latente 196. 338
— Natur der (Mohr) 376
— spezifische fester Körper 198. 383
Wärmelehre (Black) 196
— (Dulong) 281
Wärmetheorie, mechanische (Heß) 390
Wage, chemische (Lavoisier) 227
Wahlverwandtschaft, doppelte, 139. 342
Wasser, Analyse des 425
— als Typus (Williamson) 331
— destilliertes 424. 425
— quantitative Zusammensetzung (Berzelius u. Dulong 1820) 274
— Verbindungen mit (Berzelius) 277
Wasser, Zerlegung durch den galvan. Strom (Michelson u. Carlisle) 295
— Zusammensetzung (Cavendish) 198
Wasserbad (Raymundus Lullus) 56. 81
Wasserstoff H 1,008 (Cavendish 1766) 134. 198. 200. 206
— elektrolytischer 358
Weingeist C_2H_6O (Lowitz stellte 1796 zuerst wasserfreien Weingeist [Alkohol] dar) 53. 153. 156. 219. 424
Weinsäure $C_4H_6O_6$ 152. 220. 323. 354
Weinstein $KC_4H_5O_6$ 152. 218
Wintergrünöl, künstliches 466
Wirkungen, chemische des Lichtes 360
Wismut Bi 208,05 (war schon den ältesten Chemikern bekannt, wurde von Bergmann als eigentümliches Metall erkannt) 81. 219. 281. 429
Wismutalbuminat 429
Wismutoxyd Bi_2O_3 (Agricola) 151
— salpetersaures (Agricola) 151
Wismutpeptonat 429
Wismutpräparate 151. 429
Wismutsalze 219
Wolfram W 184,0, Verbindungen des (Roscoë; 1781 von Scheele entdeckt) 360
Wolframsäure H_6WO_6 (Scheele) 219
Wollfett 28
Wootzstahl 18

Xenon X 128 (Ramsay) 363

Ylang-Ylangöl 466
Yttererde Y_2O_3 (Gadolin und Ekeberg 1801) 246. 369

Zaffer (Kobaltblau) 155
Zaháb, (glänzen) 5
Zeichensprache (Berzelius) 277. 279. 297
— (Dalton) 259
Zimmtaldehyd C_9H_8O 466
Zimmtalkohol $C_9H_{10}O$ 466
Zimmtöl C_9H_8O 466
Zimmtsäure $C_9H_8O_2$ (Wislicenus) 352. 466
Zink Zn 65,4 (von Paracelsus zuerst erkannt) 16. 81. 281. 429

Zinkbutter $ZnCl_2$ (Glauber) 139
Zinkchlorid $ZnCl_2$ (Glauber 1648) 424. 429
Zinkoxyd ZnO 16. 151. 429
Zinksalze 429
Zinkstaub (Baeyer) 354. 358
Zinksulfat $ZnSO_4$ 429
Zinkverbindungen 151
Zinkvitriol $ZnSO_4$ 145. 151
Zinkweiß ZnO 447
Zinn Sn 119,0 3. 4. 14. 15. 16. 155. 252. 281
Zinnchlorid $SnCl_4$ 151. 424
Zinngewinnung 92
Zinnindustrie 16
Zinnober HgS 15. 19. 27. 424. 446
Zirkonerde ZrO_2 (Klaproth 1789) 245
Zirkonium Zr 90,6 (Berzelius 1824) 274
Zirkularpolarisation 384
Zitronenöl 466
Zitronensäure $C_6H_8O_7$ 220. 354
Zitronensäureäther 266
Zoochemie 401
Zucker aus Rüben 252
— aus Zuckerrohr 252
Zuckerarten, Konstitution der (E. Fischer) 355
Zündhölzerfabrikation 461
Zündwarenfabrikation 461
Zymochemie (Pasteur) 351

Berichtigungen.

Seite 3, 9. Zeile v. u. lies „Festigkeit“ statt „Fertigkeit“,
„ 4, 12. „ v. o. „ „genaturt“ statt „geuaturt“,
„ 6, 11. „ v. u. „ „**hat**“ statt „haben“,
„ 12, 16. „ v. o. „ „**Reines**“ statt „Revies“
„ 12, 14. „ v. u. „ „Kupfer**oxyd**“ statt „Kupferoxydul“,
„ 27, 17. „ v. o. „ „**Smalte**“ statt „Amralte“,
„ 28, 14. „ v. u. „ „Zuckersäften“ statt „Zuckerkräften“
„ 44, 14. „ v. u. „ „geistige“ statt „geistische“,
„ 66, 3. „ v. o. „ „Gläsern“ statt „Gäsern“,
„ 67, 6. „ v. o. „ „unver**wandel**bares“ statt „unverwendbares“,
„ 80, 14. „ v. u. „ „Paracelsus“ statt „Peracelsus“,
„ 83, 11. „ v. o. „ „**drei**“ statt „der“,
„ 85, 14. „ v. u. „ „**B**astard“ statt „Mastard“,
„ 85, 10. „ v. o. „ „davon**ge**tragen“ statt „davontragen“,
„ 153, 6. „ v. u. „ „**a**lcool“ statt „olcool“,
„ 171, 3. „ v. o. „ „Pyro**phosphor**“ statt „Pyrophors“,
„ 198, 6. „ v. o. „ „**ihn**“ statt „inn“,
„ 213, 5. „ v. o. „ „**298**“ statt „297“
„ 226, 2. „ v. u. „ „Haüy“ statt „Hany“,
„ 227, 3. „ v. o. „ „Monge“ statt „Mouge“,
„ 241, 11. „ v. o. „ „Haüy“ statt „Hany“
„ 247, 13. „ v. u. „ „Davy“ statt „Dury“,
„ 272, 1. „ v. u. „ „Mosander“ statt „Mosender“,
„ 282, 10. „ v. u. „ „Lenk“ statt „Link“,
„ 308, 18. „ v. o. „ „Volhard“ statt „Vollhard“,
„ 312, 11. „ v. u. „ „Fehling“ statt „Felling“,
„ 373, 16. „ v. u. „ „**1907**“ statt „1897“,
„ 466, 19. „ v. u. „ „Citronella**öl**“ statt „Citronellol“.

König, Fr., Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken zur Wasserversorgung von Städten, Ortschaften, Anstalten und Privatgebäuden. Leitfaden und Handbuch für Ingenieure, Architekten, Verwaltungs-Beamte und andere Berufskreise in allen Wasserversorgungsfragen. Vierte Auflage, nach den neuesten Fortschritten umgearbeitet und vervollständigt. Mit 228 Abbild. im Text und auf 17 Tafeln. Preis 12 Mark.

—— **Anlage und Ausführung von Städte-Kanalisationen.** Leitfaden und Handbuch für Ingenieure, Architekten, Verwaltungs-Beamte und andere Berufskreise in allen Wasserversorgungsfragen. Mit 126 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. Preis 9 Mark.

—— **Das hydrotechnische Rechnen mittels Hilfstabellen.** Anleitung zur leichten, raschen und sichern rechnerischen Bestimmung der Rohrlichtweiten und damit verbundenen Leistungen von Wasserleitungen jeder Art, unter Beifügung von 9 Hilfstabellen mit Gebrauchsanweisungen und Erläuterungen zu denselben, unterstützt durch 90 Rechnungsbeispiele. Für Hydrotekten (Ingenieure und Installateure), Maschineningenieure, Architekten, Feuerwehren, überhaupt für Techniker jeden Faches zum täglichen Gebrauche. Preis 4 Mark.

—— **Taschenbuch des Hydrotekten für Wasserversorgung und Städte-Entwässerung.** Für den täglichen praktischen Gebrauch des Ingenieurs, Architekten etc. Mit 100 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. Preis 5 Mark, gebunden 6 Mark.

—— **Die Wasserversorgung innerhalb der Gebäude und ihrer Grundstücke.** Handbuch für Ingenieure, Architekten, Installateure, Verwaltungsbehörden, Bau- und Verwaltungsbeamte und Hausbesitzer. Preis 1 Mark 50 Pf.

—— **Ernstes und Heiteres aus dem Reiche der Wünschelrute.** Mit besonderer Beachtung der modernen Rutenkünstler. Preis 1 Mark 50 Pf.

—— **Die Wasserversorgung in Deutsch-Südwest-Afrika.** Ein Beitrag zu ihrer Lösung auf Grund geologischer, klimatischer und hydrologischer Studien. Preis 1 Mark 50 Pf.

Ganswindt, Dr. A., vorm. Direktor der Färbereischule in Aachen, **Theorie und Praxis der modernen Färberei. I. Teil. Die mechanische Technologie der Färberei.** Mit 122 Abbildungen. Preis 6 Mark. — **II. Teil. Die chemische Technologie der Färberei.** Preis 9 Mark.

Fischer, Prof. Dr. Ferd., **Handbuch** der Chemischen Technologie. 4. bezw. 15. umgearb. Auflage.

I. Band: **Unorganischer Teil.** Mit 607 Abbild. Preis 12 Mark. Gebunden 14 Mark.

II. Band: **Organischer Teil.** Mit 223 Abbild. Preis 10 Mark. Gebunden 12 Mark.

—— **Lehrbuch** der Chemischen Technologie. Mit 188 Abb. Preis 7 Mark.

Bermbach, Prof. Dr. W. (Cöln). **Der elektrische Strom und seine wichtigsten Anwendungen.** Gemeinverständliche Darstellung. Dritte, umgearb. und stark vermehrte Auflage. Mit 237 Abbild. Preis 12 Mark, geb. 13 Mark 50 Pf.

—— **Die Akkumulatoren,** ihre Theorie, Herstellung, Behandlung, Verwendung mit Berücksichtigung der neueren Sammler. Mit 25 Abbildungen. Preis 3 Mark.

—— **Die wichtigsten Grundbegriffe der Elektrochemie** und ihre Verwertung bei den neueren Theorien der galvanischen Elemente und Akkumulatoren. Mit 6 Abbildungen. Preis 1 Mark.

Drei für den Laien geschriebene, belehrende Abhandlungen. Auch für höhere Schulen geeignet.

Blücher, H., Chemiker und Ingenieur. **Das Wasser.** Seine Zusammensetzung und Untersuchung, sein Einfluss und seine Wirkungen sowie seine technische Ausnutzung. Mit 20 Abbild. im Text und 2 lithographischen Tafeln. Preis 6 Mark.

—— **Die Luft.** Ihre Zusammensetzung und Untersuchung, ihr Einfluss und ihre Wirkungen sowie ihre technische Ausnutzung. Mit 34 Abbildungen. Preis 6 Mark.

—— **Gifte und Vergiftungen** sowie die erste Hilfe in Vergiftungsfällen. Mit 7 Abbildungen im Text und 4 Tafeln in Farbenlithographie. Preis gebunden 3 Mark.

Bülow, Dr. Carl, Privatdozent der Chemie in Tübingen. Chemische Technologie der Azofarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der Deutschen Patentlitteratur. I. Teil: **Natürliche Systematik der Azofarbstoffe.** Preis 4 Mark. — II. Teil: **Fabrikation und Anwendung der Azofarbstoffe** übersichtlich geordnet auf Grund der „Natürlichen Systematik der Azofarbstoffe". Preis 18 Mark.